

Aus der Medizinischen Tierklinik  
(Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer: Prof. Dr. W. Klee)  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Retrospektive Untersuchungen zum Auftreten von Erkrankungen des Rindes unter  
dem Einfluss des Wetterphänomens Föhn

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität  
München

von  
Dorothea Paula Dick  
aus Mutlangen  
München 2005

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. A. Stolle
Referent:	Univ.-Prof. Dr. W. Klee
Korreferent:	Univ.-Prof. Dr. M. H. Erhard

Tag der Promotion: 15. Juli 2005

## **INHALT**

<b>1</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>LITERATURÜBERSICHT</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Der Begriff der Biometeorologie</b>	<b>6</b>
3.1.1	Geschichte der Biometeorologie	6
3.1.2	Definition meteorologischer Begriffe	6
3.1.2.1	Klima	6
3.1.2.2	Wetter	7
3.1.2.3	Biotropie	7
3.1.2.4	Biometeorologie	8
3.1.2.5	Bioklimatologie	8
3.1.3	Die Physiologie meteorologischer Einflüsse und biotroper Reize	8
3.1.4	Das Wetterphänomen Alpenföhn	9
3.1.5	Die Biotropie des Wetterphänomens Föhn	11
3.1.6	Arbeitsweise der Biometeorologie	14
3.1.7	Spezielle Beobachtungen zur Biotropie des Wetters bei Tieren	19
3.1.7.1	Biometeorologische Untersuchungen zum Auftreten von Erkrankungen, welche mit Festliegen einhergehen	21
3.1.7.2	Biometeorologische Untersuchungen zum Auftreten der Retentio secundinarum	23
3.1.7.3	Biometeorologische Untersuchungen zum Auftreten von Atemwegserkrankungen der Kälber	24
3.1.7.4	Biometeorologische Untersuchungen zum Auftreten von Akuter Mastitis	24
3.1.7.5	Biometeorologische Untersuchungen zum Auftreten von Erkrankungen des Digestionsapparates	25

<b>3.2</b>	<b>Im Rahmen dieser Arbeit berücksichtigte Erkrankungen des Rindes</b>	<b>26</b>
3.2.1	Das Festliegen des Rindes	26
3.2.2	Retentio secundinarum	29
3.2.3	Enzootische Bronchopneumonie	30
3.2.4	Erkrankungen des Verdauungsapparates	31
3.2.4.1	Indigestion	31
3.2.4.2	Diarrhoe	33
3.2.4.3	Kolik	34
3.2.5	Akute Mastitis	35
<b>4</b>	<b>EIGENE UNTERSUCHUNGEN</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Material und Methodik</b>	<b>37</b>
4.1.1	Auswahl der Tierarztpraxen	37
4.1.2	Auswahl der Wetterstationen	38
4.1.3	Aufnahme der Daten	39
4.1.4	Das statistische Verfahren	40
<b>4.2</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>42</b>
4.2.1	Darstellung der aufgenommenen Daten	42
4.2.1.1	Aufgenommene Daten in absoluten und relativen Zahlen	43
4.2.1.2	Aufgenommene Daten in relativen Zahlen, bezogen auf die Einzeltage	45
4.2.1.3	Graphische Darstellung der erhobenen Daten	48
<b>4.3</b>	<b>Statistische Auswertung der Daten</b>	<b>49</b>
4.3.1	Statistische Auswertung des Auftretens von Festliegen	50
4.3.2	Statistische Auswertung des Auftretens der Retentio secundinarum	51
4.3.3	Statistische Auswertung des Auftretens der Enzootischen Bronchopneumonie	52
4.3.4	Statistische Auswertung des Auftretens der Akuten Mastitis	55
4.3.5	Statistische Auswertung des Auftretens von Indigestion und Kolik	56

4.3.6	Statistische Auswertung des Auftretens der Diarrhoe	57
<b>5</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>58</b>
<b>5.1</b>	<b>Methodik</b>	<b>58</b>
5.1.1	Auswahl der Wetterstationen	58
5.1.2	Auswahl der Tierarztpraxen	58
5.1.3	Validität und Vergleichbarkeit der Diagnosen	59
<b>5.2</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse</b>	<b>60</b>
5.2.1	Enzootische Bronchopneumonie	60
5.2.2	Akute Mastitis	62
5.2.3	Krankheiten, welche mit Festliegen einhergehen	63
5.2.4	Retentio secundinarum	63
5.2.5	Indigestion und Kolik	64
5.2.6	Diarrhoe	64
<b>5.3</b>	<b>Abschließende Bemerkungen</b>	<b>64</b>
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>66</b>
<b>7</b>	<b>SUMMARY</b>	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>68</b>
<b>9</b>	<b>LEBENS LAUF</b>	<b>84</b>
<b>10</b>	<b>DANKSAGUNG</b>	<b>85</b>
<b>11</b>	<b>ANHANG</b>	<b>86</b>
<b>12</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>88</b>
<b>13</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>89</b>

# 1 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<b>Abkürzung:</b>	<b>Bedeutung:</b>
Abb.	Abbildung
ATP	Adenosintriphosphat
CK	Creatinkinase
DWD	Deutscher Wetterdienst
Enzoot. BP	Enzootische Bronchopneumonie
et al.	und Mitarbeiter
j	Anzahl an Jungtieren
m	Meter
mmol/ l	Millimol pro Liter
n	Anzahl an Milchkühen
NN	Normalnull
NPN	Non protein nitrogen (Nicht proteinogene Stickstoffverbindungen)
Ret. sec.	Retentio secundinarum
Tab.	Tabelle

## 2 EINLEITUNG

Seit Jahrhunderten ist bekannt, dass das Wetter als komplexes Geschehen auf lebende Organismen einwirkt und Einfluss auf das Auftreten von Erkrankungen hat. Da für eine Erklärung wissenschaftliche Erkenntnisse fehlten, war dies über lange Zeit lediglich ein subjektiver Erfahrungswert. Die Biometeorologie ist die interdisziplinäre Wissenschaft, welche sich seit Jahrzehnten mit den medizinisch bedeutsamen Auswirkungen geophysikalischer Wetterbedingungen auf Organismen beschäftigt.

Insbesondere dem für das Alpenvorland und die Alpen charakteristischen Wetterphänomen Föhn wird nachgesagt, dass wetterfähige Menschen darauf mit Beschwerden und Befindensstörungen reagieren (TRENKLE, 1989). Diese Wettererscheinung wird begrifflich nur für das Voralpenland verwendet, kann jedoch auch in anderen Gebieten, wie etwa in den Mittelgebirgen, auftreten.

In den vergangenen Jahrzehnten sind auch in der Veterinärmedizin zahlreiche Veröffentlichungen erschienen, die sich mit dem Einfluss des Wetters auf das Befinden von Tieren und das Auftreten von Erkrankungen befassen. Konkrete Arbeiten bezüglich des Einflusses des Föhns auf das Auftreten von Erkrankungen bei Tieren gibt es jedoch nur sehr wenige.

Aus diesem Grund sollen in dieser retrospektiv-statistischen Analyse mögliche Zusammenhänge zwischen dem Auftreten einiger Erkrankungen des Rindes und dem Einfluss des Wetterphänomens Föhn untersucht werden. Hierfür wurden die Aufzeichnungen von zehn Tierarztpraxen im Voralpengebiet mit den Beobachtungen von zwei ausgewählten Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes in Verbindung gebracht. Bei der Datenaufnahme wurden aus diagnostisch-organisatorischen Gründen die Erkrankungen Festliegen, Retentio secundinarum, Enzootische Bronchopneumonie, Akute Mastitis, Diarrhoe, Indigestion und Kolik berücksichtigt.

### **3 LITERATURÜBERSICHT**

#### **3.1 Der Begriff der Biometeorologie**

##### **3.1.1 Geschichte der Biometeorologie**

Schon seit Jahrtausenden sind den Menschen Einflüsse des Wetters auf gesunde und kranke Organismen bekannt. Die frühesten Aufzeichnungen sind in dem Geschichtswerk des HERODOT (um 450 v. Chr.) zu finden. HIPPOKRATES (460 – 377 v. Chr.) beschrieb in den Aphorismen seine Beobachtungen und Erfahrungen über die Einwirkung der Luft, der Jahreszeiten, der Ortslage und der Wetterwechsel auf den Organismus. Auch andere berühmte Wissenschaftler wie GALEN (129 – 199 n. Chr.), ALBERTUS MAGNUS (1193 – 1280) und PARACELsus (1493 – 1541) beschäftigten sich mit dieser Thematik. GOETHE (1749 – 1832) verweist in seinem „Versuch einer Witterungslehre“ auf den nachteiligen Einfluss von Luftdruckschwankungen. ALEXANDER VON HUMBOLDT (1769 – 1859) gilt heute als der Begründer der Biometeorologie als Wissenschaft, die sich mit der Beeinflussung von Organismen durch Wetter und Klima befasst. So formuliert er in seinem berühmten Werk 'Kosmos' eine Definition des Klimabegriffes, in der er die Wirkung auf den menschlichen Organismus einbezieht. Er schreibt: „Der Ausdruck Klima bezeichnet in seinem allgemeinsten Sinne alle Veränderungen in der Atmosphäre, die unsere Sinne und Organe merklich affizieren.“ CARL DORNO (1865 – 1942) gründete 1906 das physikalisch-meteorologische Observatorium in Davos und intensivierte dort die medizin-meteorologische Forschung.

##### **3.1.2 Definition meteorologischer Begriffe**

###### **3.1.2.1 Klima**

Unter dem Begriff Klima versteht man die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen, die den mittleren Zustand der Atmosphäre an irgendeiner Stelle der Erdoberfläche kennzeichnen. Es ist eine annähernd konstante Größe, welche durch das Zusammenwirken aller meteorologischen Faktoren den Gesamtcharakter der meteorologischen Erscheinungen einer Region darstellt (DE RUDDER, 1952).



### 3.1.2.2 Wetter

Im Gegensatz zu dem statischen Begriff des Klimas stellt sich das Wetter als dynamischer Begriff dar, welcher alle Elemente und Faktoren, die an atmosphärischen Vorgängen beteiligt sind, einschließt (BREZOWSKY, 1965b). Das Wetter ist die Aufeinanderfolge kurzfristiger, aperiodischer Vorgänge in der Atmosphäre und unterliegt in seinem Ablauf einem Tagesrhythmus. Dieser 24-Stunden-Rhythmus wird durch den Wechsel der Sonneneinstrahlung am Tage und der erdeigenen Ausstrahlung bei Nacht bestimmt.

### 3.1.2.3 Biotropie

Soweit der 24-stündige Ablauf eines Tages nur von der eintreffenden Sonnenstrahlung bestimmt wird, spricht man vom eigenbürtigen Wetterablauf, die 24-stündige Periodik der meteorologischen Elemente ist erhalten. Kommt es nun aber zum Eingreifen von Luftmassen anderer Eigenschaften („fremdbürtiger Wetterablauf“), so wird die 24-stündige Periodik der meteorologischen Elemente gestört und verursacht zum Teil massive Abweichungen des eigentlichen Klimas (BREZOWSKY, 1965b). Der lebende Organismus muss sich diesen kurzfristigen aperiodischen Schwankungen anpassen (Adaption). Ist dieser jedoch anfällig oder durch Krankheiten geschwächt, kann er die erhöhten Anpassungsforderungen nicht regulieren und reagiert aufgrund der erniedrigten Reizschwelle auf derartige Wettereinflüsse (BREZOWSKY, 1965b). Dieser zusätzliche, nicht mehr kompensierbare Reiz kann über eine Befindensstörung zur klinisch manifesten Krankheit führen. Man spricht von Biotropie. Sie bezeichnet die Eigenschaft meteorologischer Vorgänge, auf biologische Systeme einzuwirken und in ihnen Reaktionen auszulösen (SÖNNING, 1981). Die Biotropie wirkt „als einer von vielen, den Organismus beeinflussenden, krankheitsauslösenden Faktoren“ (WALSER et al., 1972).

Für die Reaktionen des Organismus gelten die Begriffsbestimmungen „wetterreagierend“, „wetterfühlig“ und „wetterempfindlich“ (FAUST, 1978). „Wetterreagierend“ ist im Sinne der physiologischen Reaktion auf Umweltreize jeder Organismus. Dazu gehören Stimmungsschwankungen ohne wesentlichen Leidensdruck. „Wetterfühlig“ ist der Ausdruck erniedrigter Reizschwelle des

vegetativen Nervensystems. Symptome hierfür können Müdigkeit, Kopfdruck, Konzentrations- und Schlafstörungen, Appetitlosigkeit und Benommenheit sein. „Wetterempfindlichkeit“ wird durch Krankheiten oder Verletzungen erworben, beispielsweise Amputations- oder Narbenschmerzen, sowie Kopfschmerzen.

#### 3.1.2.4 Biometeorologie

Die von der 1956 gegründeten International Society of Biometeorology (ISB) vorgelegte Definition der Biometeorologie lautet in der Kurzfassung wie folgt: „Biometeorologie ist die Lehre von biologischen Auswirkungen des Wetters und des Klimas auf lebende Organismen, Pflanzen, Tiere und Menschen und auf ihre unmittelbare physikalisch- chemische Umgebung“ (TROMP, 1976).

Die Biometeorologie ist eine Grenzwissenschaft und umfasst zwei komplexe Systeme, das biologische und das geophysikalische. Sie beschäftigt sich mit den Zuständen und Kräften der Luft und der Erdoberfläche, die auf lebende Organismen Einfluss nehmen (EDZARDS, 1980).

#### 3.1.2.5 Bioklimatologie

Während die Biometeorologie sich mit der Einwirkung aller sich rasch ändernden dynamischen Vorgänge in der Atmosphäre auf den lebenden Organismus befasst, erforscht die Bioklimatologie die Wirkung von Mittelwerten atmosphärischer Umweltfaktoren an einem bestimmten Ort der Erdoberfläche auf den Organismus (DE RUDDER, 1952).

#### 3.1.3 Physiologie meteorologischer Einflüsse und biotroper Reize

Vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt her ist es naheliegend, dass meteorologische Reize in erster Linie am vegetativen Nervensystem angreifen. So zeigten HEIM (1948) und BECKER (1949b), dass Wetterempfindlichkeit und Wetterfähigkeit über das vegetative Nervensystem ausgelöst werden. Nervensystem, Sinnesorgane und äußere Haut entstehen aus dem Ektoderm. Die äußere Haut stellt das größte Sinnesorgan des menschlichen Körpers dar und ist mit

dem vegetativen Nervensystem eng verknüpft (EFFENBERGER, 1950). Auf diese Weise dienen Sinnesorgane, Nervenrezeptoren in der Haut und in den Atemwegen als Rezeptoren für die Aufnahme meteorotroper Reize (BREZOWSKY, 1960a; TROMP, 1976). So nennen auch BECKER und BOCK (1965) das vegetative Nervensystem, die Formatio reticularis und die Achse Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinde als Organe, welche auf Wetterreize reagieren. Damit kann das gesamte vegetative und neurohumorale System des Organismus beeinflusst werden. STRAUBE und SCHOLZ (1951) konnten mithilfe eines Hauttestes, der so genannten Acetylcholinelektrophorese, anhand der Stärke der Hautreaktion die bestehenden Tonusverhältnisse des vegetativen Nervensystems bestimmen. Sie stellten fest, dass bei Wetterlagen wie freiem Föhn, Kalt- und Warmfronten und Inversionslagen der Vagustonus überwiegt, da er auf die wechselnden Bedingungen frühzeitig und meist auch intensiver anspricht. Auf diese Weise entsteht zeitweise eine deutliche Dysharmonie innerhalb des vegetativen Nervensystems, welche zu einem prämorbidem Zustand oder zusammen mit anderen Störungen zum Ausbruch einer Krankheit führen kann. FAUST (1978) berichtet von unterschiedlichen Reaktionen des Organismus auf verschiedene Wetterreize. So hängt jede Reaktion von der vegetativen Ausgangslage des Organismus vor Einwirkung des Reizes ab. Auf diese Weise können gleiche Wetterreize, je nach Zeitpunkt der Einwirkung, völlig unterschiedliche Ergebnisse bewirken. KÜGLER (1972) beobachtet, dass Warmluftphasen eine stimulierende Wirkung auf den Parasympathikus haben und Kaltluftphasen stimulierend auf den Sympathikus wirken.

#### 3.1.4 Das Wetterphänomen Alpenföhn

Die Bezeichnung „Föhn“ leitet sich nach VON FICKER (1910) vom lateinischen Wort „favonius = mild“ ab. DE RUDDER (1952) verbindet die Bezeichnung mit der zwölfteiligen Windrose der Römer, in welcher der SSW- Wind „Phoenix“ bzw. „phoenicias“ genannt wurde. „Mild und aus dem Süden kommend“ sind also die Hauptmerkmale des Föhns (REITER, 1960).

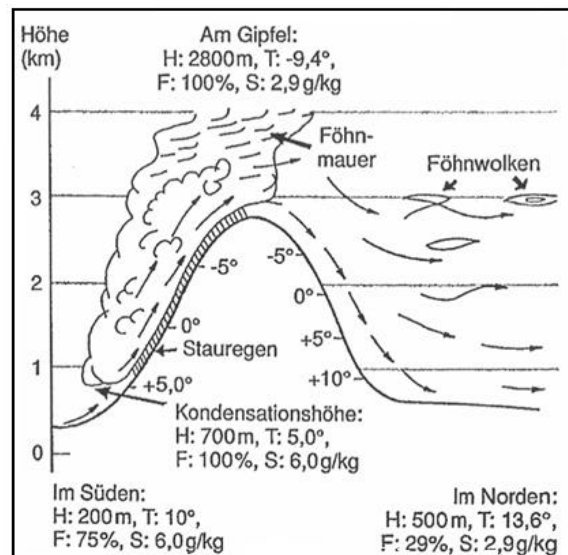
Es handelt sich dabei um von den Alpen kommende, bis in das Alpenvorland hinein reichende Fallwinde, die mit plötzlichen, zum Teil sturmartigen Böen auftreten, mit auffälligen Temperaturerhöhungen (zwischen 10 und 20 °C), trockener, extrem klarer Luft und hervorragender Fernsicht einhergehen (ROTH, 1999). Charakteristisch ist

die stürmische Heftigkeit, mit der die Fallwinde über die Bodenkaltluftschicht hinweg blasen und mit entgegenkommenden Windströmungen Wirbel bilden, ehe die kalte Bodenluft weicht und die Temperaturen plötzlich ansteigen (FAUST, 1978). Häufig ist er in tieferen Lagen nicht bemerkbar, sondern soll als „Höhenföhn“ noch stärker auf den Organismus einwirken.

Vor allem in den Monaten März, April sowie Oktober und November tritt der Föhn am Nordrand der Alpen auf. Je höher das Gebirge ist, umso größer sind Erwärmung und Austrocknung der Luft und umso weiter reicht der Föhn in das Alpenvorland hinaus. Die Häufigkeit der Föhntage in den Föhngebieten schwankt jährlich zwischen 5 % und 15 % (BREZOWSKY, 1965a).

Die Entstehung des Föhns ist an thermodynamische Zustandsänderungen geknüpft, welche die Luft erfährt, wenn sie ein hohes Gebirge als vertikal zur Windrichtung stehendes Hindernis überströmt. Typische Ausgangslage für den „Südföhn“, der auf der Alpennordseite zu spüren ist, ist ein Hochdruckgebiet südöstlich der Alpen und ein Tief über Westeuropa. Bei dieser Luftdruckverteilung strömt feuchte Luft in nördlicher Richtung über die Alpen hinweg (WIEDERSICH, 1996). Die Luft steigt an der Südseite der Alpen auf und kühlt sich zunächst bis zum Erreichen des Kondensationspunktes um circa 1 °C pro 100 m (trockenadiabatisch) ab. Nach Einsetzen der Wolkenbildung und des Steigungsregens wird Kondensationswärme freigesetzt, was das Ausmaß der Abkühlung verringert. Die Temperatur der weiter aufsteigenden Luftmassen sinkt nur noch um circa 0,5 bis 0,7 °C pro 100 m (feuchtadiabatisch) ab (MALBERG, 2002).

Nach Überqueren des Gebirgskammes erwärmt sich die absteigende ausgeregnete Luft unter Wolkenauflösung trockenadiabatisch um circa 1 °C pro 100 m. Dabei entsteht die für den Föhn charakteristische Wolkenbank am Gebirgskamm, die so genannte Föhnmauer. Die Luft kommt so auf der windabgewandten Seite erheblich wärmer und feuchteärmer (relative Luftfeuchtigkeit nur circa 25 bis 30 %) an als sie auf gleicher Ebene auf der windzugewandten Seite war (*siehe Abb. 1*).



*Abbildung 1: Entstehung des Föhns. Beim Überströmen des Gebirges kühlt aufsteigende feuchte Luft ab, ab dem Kondensationsniveau kommt es zur Wolkenbildung und Einsetzen des Steigungsregens. Nach Überqueren des Gebirgskammes erwärmt sich die absteigende Luft unter Wolkenauflösung. Die Luft auf der Alpennordseite ist auf gleicher Höhe somit erheblich wärmer und besitzt eine wesentlich niedrigere Luftfeuchtigkeit, als an der Alpensüdseite (nach TRENKLE, 1989).*

### 3.1.5 Die Biotropie des Wetterphänomens Föhn

Dass Föhn Einfluss auf den menschlichen und tierischen Organismus hat, ist seit langem bekannt. Jedoch begann die medizin-meteorologische Föhnforschung erst Anfang des 19. Jahrhunderts.

FAUST (1978) bestimmt die am stärksten biotrop wirksamen meteorologischen Ereignisse und führt dabei auch den „Freien Föhn“ auf. Wirkung zeigt dabei der bis in Bodennähe reichende freie Föhn, nicht jedoch der freie Föhn der oberen Schichten.

Die mit dem Föhn assoziierten Beschwerden sind vielfältig. So werden sowohl seelische Störungen wie Depressionen, Apathie, Gereiztheit, körperliche Beschwerden wie Migräne, Schlafstörungen, Herz-Kreislaufstörungen als auch sozialmedizinische Ereignisse wie Selbstmord, Betriebs- und Verkehrsunfälle, Kriminalität und vieles andere mehr mit dem Föhn in Verbindung gebracht. Für den Föhn spezifische Symptome konnten jedoch trotz zahlreicher Korrelationsstudien nicht festgelegt werden (FAUST, 1978).

Auch das Zustandekommen der Biotropie des Föhns ist nach wie vor nicht hinreichend geklärt. Es wurden jedoch zahlreiche Hypothesen formuliert, die in den nachfolgend benannten Theorien zusammengefasst werden (FAUST, 1978):

- Nach der *Ionentheorie* kommt es durch Absinken der Luftmassen zu einer Änderung der Ionisationsverhältnisse. Untersuchungen ergaben, dass während Föhn die elektrische Leitfähigkeit der Luft als Folge einer erhöhten Anzahl an Ionen verstärkt ist. REITER (1960) macht atmosphärisch-elektrische Vorgänge für die biotrope Wirkung des Föhns verantwortlich.
- Die *Radontheorie* besagt, dass es durch Luftdruckschwankungen zur Anreicherung der Bodenluft mit Radon (Radiumemanation) kommt, was Herz- und Kreislaufstörungen provozieren soll.
- Die *Ozontheorie* geht davon aus, dass das in Höhen über 20 km durch die Einwirkung von kurzwelliger Sonnenstrahlung gebildete Ozon durch Föhnwinde zum Boden gelangt und daraus eine Erhöhung der Ozondichte am Boden resultiert. Allerdings wird Ozon in Bodennähe schnell durch reduktive Vorgänge zerstört.
- Die *Theorie der Atmosphärischen Längswellen* macht Infralängswellen für die biotropen Eigenschaften des Föhns verantwortlich. Es handelt sich dabei um wetterbedingte, elektromagnetische Strahlungswellen mit einer Frequenz von 10 kHz und einer sehr großen Wellenlänge von circa 30 km, deren Existenz an Stabilitätszonen gebunden ist (VOLLMAR, 1981). Bei der absinkenden Luftbewegung des Föhns ist die Atmosphäre stabil geschichtet, während gegen Ende des Föhneinbruchs und beim Herannahen eines Tiefdruckgebietes die Stabilität der Atmosphäre und somit auch die der Infralängswellen abnimmt und ein Störungsmuster entsteht, welches eine Reizwirkung auf den Organismus ausübt (FAUST, 1978).
- Die *Theorie der Niederfrequenten Luftdruckschwankungen* (NFLDS) wird durch aktuelle Untersuchungen der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. P. Höppe des Instituts für Arbeits- und Umweltmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München gestützt. Bevor die warmen, trockenen Föhnwinde Bodenkaltluft aus den Tälern verdrängen, ziehen sie über diese hinweg und es bildet sich an der oberen Grenze eine so genannte Inversionsschicht. Diese Schicht verhindert einen Luftaustausch in vertikaler Richtung, wodurch es zu einer Anreicherung von

Staub und anderen Verunreinigungen kommt. An der Trennungsschicht der überströmenden Luftschichten entstehen so genannte „Helmholtzsche Wellen“ (REITER, 1960), welche am Boden mithilfe von Feindruckregistrierungen als winzige Druckschwankungen messbar sind, diese werden als Niederfrequente Luftdruckschwankungen (NFLDS) bezeichnet. Föhnwetterlagen zeichnen sich durch ganz bestimmte NFLDS-Muster aus. Diese minimalen Luftdruckschwankungen werden durch im Körper befindliche Barorezeptoren wahrgenommen. Barorezeptoren sind druckempfindliche Sensoren, welche im Karotissinus lokalisiert sind und den Druckunterschied zwischen dem Inneren und dem Äußeren der Arterie messen. Ihre Aufgabe besteht in der Regulation des Blutdrucks, indem sie die Herzfrequenz und die Vasodilatation beeinflussen. Die Theorie der Niederfrequenten Luftdruckschwankungen unterstellt, dass die Luftdruckschwankungen von den Barorezeptoren als Veränderung des Innendrucks der Arteria carotis fehlinterpretiert werden oder dass Luftdruckschwankungen mit Frequenzen im Bereich der Eigenfrequenz des sogenannten Baroreflexes (ca. 0,1 Hz) eine störende Wirkung auf die Normalfunktion der Barorezeptoren haben (HÖPPE, 2004). MALBERG (2002) konstatiert, dass das Nervensystem empfindlich auf kurzperiodische Druckschwankungen reagiert.

Die Tatsache, dass die minimalen Luftdruckschwankungen bereits einige Zeit vor Durchbruch des Föhns in Bodennähe messbar sind, kann als Erklärung dafür dienen, dass einige Autoren bereits das Vorföhnstadium für auftretende Befindensstörungen oder Krankheitserscheinungen der Menschen verantwortlich machen (CURRY, 1946; BREZOWSKY, 1960b; TRENKLE, 1989). Die biotrope Wirkung des Hauptföhns hingegen ist auf die plötzliche Temperaturerhöhung und horizontal strömende, warme Südwinde zurückzuführen.

BREZOWSKY (1965a) bezweifelt, dass der Föhn als Hauptträger der Biotropie des Wetters in Frage kommt. Die Voraussetzung für das Zustandekommen des Föhns ist ein quer zur Windrichtung liegendes Gebirgshindernis, so dass in Deutschland außerhalb des nördlichen Voralpengebietes dieses Phänomen praktisch nicht vorkommt. So werden fälschlicherweise häufig bei anderen warmluftadvektiven Phasen auftretende Befindensstörungen dem Föhn zugeschrieben. Bei Föhn oder in der Vorföhnphase treten dieselben gesundheitlichen Beschwerden auf wie auf der

Tiefvorderseite unter Advektion von Warmluft (TRENKLE, 1989). Auch REITER (1960) stellt keine spezifischen Wirkungen des Föhns auf den Menschen fest, die sich deutlich von anderen biotropen Wirkungen unterscheiden. Jedoch steht fest, dass biologische Reaktionen allgemeiner Art vor, während und nach dem Föhn vorkommen.

In einer interdisziplinären Studie, die 1978 in der Universitätsfrauenklinik Innsbruck durchgeführt wurde, bestätigte sich eine alte Hebammenweisheit, dass Föhn eine geburtsauslösende Wirkung hat. Dabei wurden 1808 Spontangeburt mit den Föhnaufzeichnungen des Instituts für Meteorologie Innsbruck in Beziehung gesetzt. Als statistisch signifikanter Wert ergab sich, dass 40 Stunden nach Einsetzen des Föhns die Geburtenrate auf 10 % über den statistischen Erwartungswert anstieg (TRENKLE, 1989).

### 3.1.6 Arbeitsweisen der Biometeorologie

In der Biometeorologie kommen zwei verschiedene Arbeitsmethoden zur Anwendung

- a.) Die eine Methode, auch als „Weg der differenzierenden Analyse“ des Wetters bezeichnet, versucht, das Wetter, welches ein aus zahlreichen Faktoren zusammengesetztes Geschehen ist, in seine Einzelelemente zu zerlegen und Zusammenhänge zwischen diesen und den biologischen Auswirkungen darzustellen. Diese Arbeitsweise wurde vor allem in den Anfängen der biometeorologischen Forschung angewandt. Man suchte nach dem „biotropen Faktor“, einem Element, das allein für die biologische Wirkung verantwortlich ist. So machte CURRY (1946) den Barometerdruck, den Ozongehalt der Luft für derartige Wirkungen verantwortlich, während REITER (1960) Schwankungen der Luftelektrizität als den einen Faktor bestimmte. Alle Untersuchungen dieser Art sind jedoch nicht ausreichend überzeugend, als dass es ihnen gelungen wäre, die biotrope Wirkung des Wetters auf einen einzigen Faktor zu reduzieren.
- b.) Die andere Methode, auch als „Weg der schematisierenden Synthese“ des Wetters bezeichnet, betrachtet dagegen das Wetter als Gesamtheit, die durch das Zusammenspiel der einzelnen Faktoren, wie beispielsweise Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit zustande kommt. Laut BREZOWSKY (1965b)



wurde bereits 1936 von LINKE der Begriff des „meteorologischen Akkords“ geprägt. Er betrachtet das Wettergeschehen dabei als Summenwirkung aller atmosphärischen Vorgänge.

Im weiteren Verlauf wird die Tölzer Arbeitsmethode beschrieben, die für die Auswertungen vieler veterinärmedizinischer Untersuchungen relevant ist. Sie arbeitet mithilfe der „schematisierenden Synthese“ und wurde 1955 von UNGEHEUER geschaffen und 1965 von BREZOWSKY erweitert. Auf diese Weise wurde es möglich, systematische Untersuchungen über die Biotropie des Wetters durchzuführen (WALSER et al., 1972). Die Tölzer Arbeitsmethode basiert auf der Vorstellung, dass die hierbei zu vergleichenden komplexen Systeme – biologisches Geschehen und Wettergeschehen – beide einem 24-stündigen Rhythmus unterliegen (DE RUDDER, 1952). Im Rahmen dieser Arbeitsmethode werden Wettervorgänge modellhaft in ein Schema von Wetterphasen eingeteilt, das den idealisierten Kreislauf der Wettervorgänge für ein über den Beobachtungsort hintereinander hinwegziehendes Hoch- und Tiefdruckgebiet beschreibt, wie er sich in den gemäßigten Breiten Mitteleuropas häufig abspielt (siehe *Abbildung 2*). Störungen des periodischen Wetterablaufes können entsprechend zu Abweichungen der normalen biologischen Vorgänge führen.

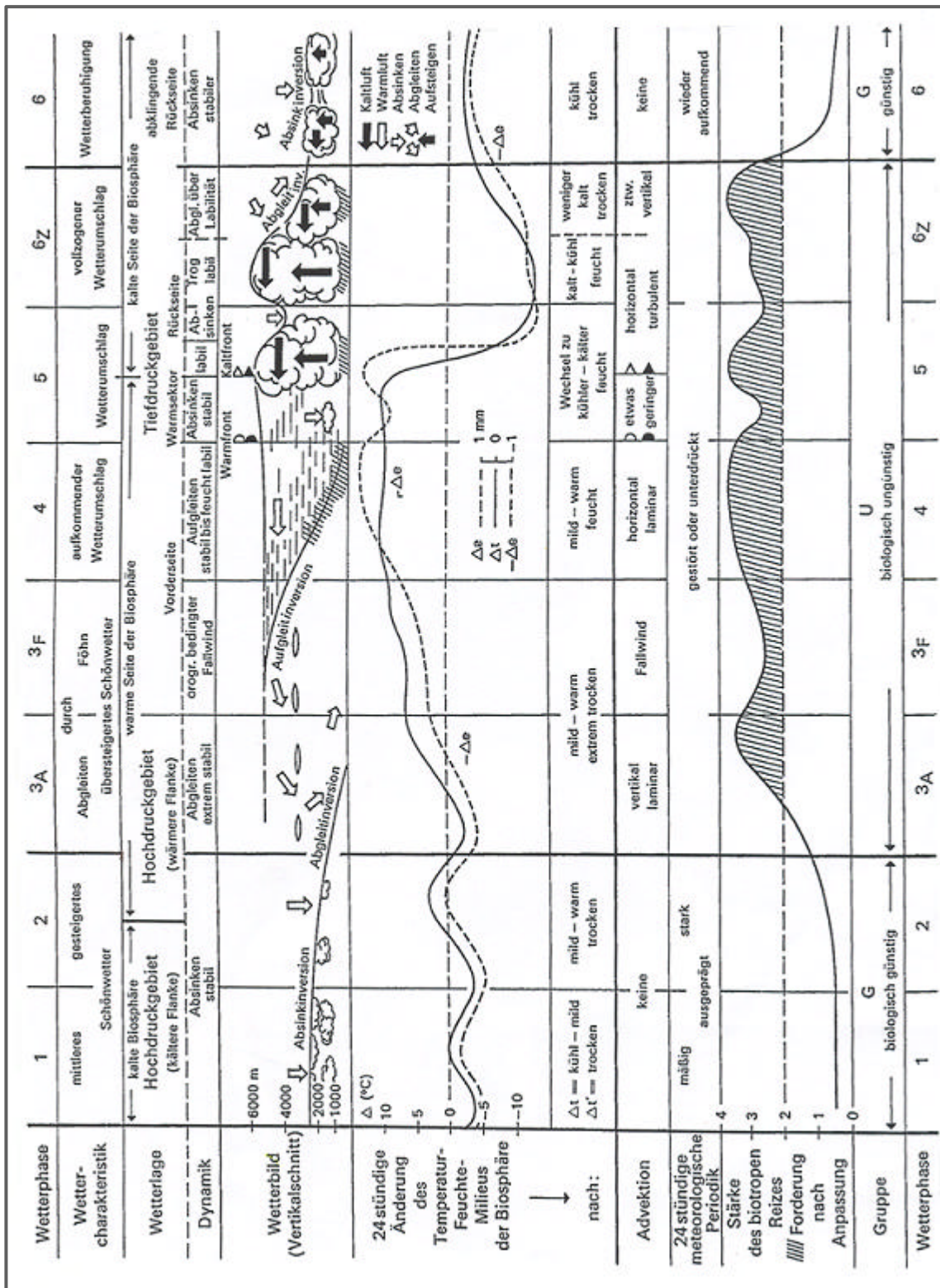


Abbildung 2: Schematisierende Darstellung der Wetterphasen (nach BREZOWSKY, 1965 b)

Die bei der idealisierten Darstellung unterschiedenen acht Wetterphasen werden wie folgt charakterisiert.

*Wetterphase 1* ‚Mittleres Schönwetter‘; tritt meist im kälteren Bereich von Hochdruckgebieten auf; wolkig, aber trocken, überwiegend freundlich und zeitweise sonnig; schwache bis mäßige Luftbewegung. Häufig dunstig, in der kälteren Jahreszeit Frühnebelbildung.

*Wetterphase 2* ‚Gesteigertes Schönwetter‘; tritt im warmen Bereich von Hochdruckgebieten auf; heiter, leicht bewölkt bis wolkig, starke Quellwolkenbildung mit im Bergland vereinzelt einhergehenden Wärmegewittern; schwache Luftbewegung, häufig dunstig, leichte Schwüle. Ausgeprägter Tagesgang der meteorologischen Elemente.

*Wetterphase 3<sub>A</sub>* ‚Übersteigertes Schönwetter‘; entsteht durch starkes Abgleiten und Zufuhr extrem trockener Luft (Advektion); schwache bis mäßige Luftbewegung; in Bodennähe dunstig, darüber sehr gute Fernsicht; starke Einstrahlung, ansteigende Temperaturen. Tagesgang der meteorologischen Elemente besonders in der zweiten Tageshälfte gestört.

*Wetterphase 3<sub>F</sub>* Durch Föhnwinde entstehendes ‚übersteigertes Schönwetter‘; durch starke Luftbewegung starke Austrocknung und Erwärmung; starke und böige Winde; ausgezeichnete Sichtverhältnisse. Tagesgang der meteorologischen Elemente stärker gestört.

*Wetterphase 4* ‚Aufkommender Wetterumschlag‘; an der Vorderseite eines heran nahenden Tiefdruckgebietes, geht mit verstärkter Zufuhr warmfeuchter Luft einher, allmählich zunehmende Bewölkung, auffrischender Wind um Südwest. Die Periodik der meteorologischen Elemente ist gründlich gestört.

*Wetterphase 5* ‚Vollzogener Wetterumschlag‘; entsteht bei Durchzug der Kaltfront eines Tiefdruckgebietes. In der wärmeren Jahreszeit folgt Abkühlung, bei Zufuhr maritimer Luftmassen in der kälteren

Jahreszeit erfolgt Erwärmung. Der Tagesgang der meteorologischen Elemente ist unterdrückt.

*Wetterphase 6<sub>z</sub>* ‚Verzögerte Wetterberuhigung‘ nach Durchzug der Kaltfront eines Tiefs; geht mit Einfließen von Kaltluft an der Rückseite des Tiefs einher. Allgemeine Abkühlung, schauerartige Niederschläge, in der warmen Jahreszeit häufig Gewitterbildung. Tagesgang der meteorologischen Elemente ist unterdrückt.

*Wetterphase 6* ‚Allgemeine Wetterberuhigung‘ nach Abklingen der Auswirkungen eines Tiefdruckgebietes, welches über den Beobachtungsort hinweg gezogen ist. Kalte Witterung. Übergang zur Wetterphase 1.

Mit dem Fortschritt der medizinisch-meteorologischen Forschung zeigte sich, dass Advektion eine der wichtigsten Teilursachen der von der Atmosphäre ausgehenden Reize auf den Organismus ist. Unter Advektion versteht man die horizontale Verlagerung von Luftmassen.

In den Wetterphasen (Wph) 3<sub>A</sub> bis 6<sub>z</sub> kommt es durch die Advektion fremder Luftmassen zur Störung der 24-stündigen Periodik der meteorologischen Elemente. Diese Wetterphasen besitzen „biologisch ungünstige“ Einflüsse, welche mit einer Vermehrung der biotropen Reize bis hin zur pathogenen Belastung einhergehen. Die Wph 1, 2 und 6 werden zu den „biologisch günstigen“ gezählt, da sie im statistischen Mittel zu einer Verminderung der wetterbedingten Beschwerden führen. Zwischen den warmluftadvektiven Phasen 3<sub>A</sub> und 4 kann im nördlichen Alpenvorland an der Vorderseite eines Tiefs, vor allem in der kälteren Jahreszeit, eine Föhnphase (Wph 3<sub>F</sub>) auftreten.

Zur exakteren Charakterisierung der Wetterphasen führte UNGEHEUER zusätzlich das so genannte Temperatur-Feuchte-Milieu ein. Dabei handelt es sich um eine meteorologische Größe, welche repräsentativ durch Kombination der 24-stündigen Änderung der Temperatur und des Dampfdruckes eine Änderung darstellt, die sich abspielenden Wettervorgänge darstellt. Sie wird den Wetterphasen als Index angefügt.

### 3.1.7 Spezielle Beobachtungen zur Biotropie des Wetters bei Tieren

Seit vielen Jahrzehnten wird auch in der Veterinärmedizin versucht, mögliche Zusammenhänge zwischen dem Auftreten bestimmter Krankheiten und dem Wetter zu erklären. Man berücksichtigte zunächst nur meteorologische Einzelfaktoren wie Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Gewitter, Stürme und Winde. Durch die Zusammenarbeit von Humanmedizin und Meteorologie wurden numerische Schemata entwickelt, welche den „meteorologischen Akkord“ berücksichtigen und auf diese Weise Befindensstörungen oder Erkrankungen definierten Wettersituationen zuordnen lassen. Im Folgenden sollen einige Untersuchungen dargestellt werden. Im Jahre 1956 wurde durch UNGEHEUER und BREZOWSKY die Tölzer Arbeitsmethode für die Untersuchungen biometeorologischer Wirkungszusammenhänge etabliert. Seitdem steht eine normierte Arbeitsmethode zur Verfügung, die in der Folge von vielen Autoren im veterinärmedizinischen Bereich angewandt wurde. Dazu zählen auch einige Untersuchungen an landwirtschaftlichen Nutztieren.

HOFER (1948) fand heraus, dass bestimmte Wetterereignisse, insbesondere Nordwestwettereinbrüche, Einfluss auf Tiere haben. Besonders Organe mit glatter Muskulatur scheinen wettersensibel zu sein und unterliegen einer ungünstigen Tonusbeeinflussung, was eventuell durch starke Luftdruckschwankungen erklärbar ist. Er bezieht sich in seinen Untersuchungen vor allem auf den Ausbruch des Rotlaufs des Schweines, das Auftreten von Koliken beim Pferd und Retentio secundinarum des Rindes.

JÖCHLE (1958) berichtet ebenfalls über Wettereinwirkungen auf Tiere. Er unterscheidet dabei Einflüsse auf das psychische Verhalten, auf das physiologische Leistungsvermögen, krankheitsbegünstigende und -auslösende Wetterwirkungen und auch eine durch Wettereinflüsse bedingte Erhöhung der Letalität bei verschiedenen Erkrankungen.

KURTZE (1958) bezeichnet bestimmte Wetterlagen als Rotlauf- oder Kolikwetter, weil seit altersher eine Häufung der Krankheiten bei bestimmten Wettereinflüssen bekannt ist. Er beschreibt aus eigener Erfahrung eine überzufällige Häufung von Rotlauf und Tympanie beim Durchgang von Luftfronten und eine Verschlimmerung von entzündlichen Prozessen in Darm, Lunge und Uterus bei starken Wetterumschwüngen. Zudem häufte sich die Anzahl von Notschlachtungen aufgrund

Verschlimmerung von Krankheiten während oder unmittelbar nach Luftdruckabfall. Ebenso stehen auch Weidetetanie, Tympanie, Druse, Magen- Darmkrankheiten und Nasenkatarrhe unter dem Einfluss des Wetters.

BIANCA (1964) stellt den kurzfristigen Schwankungen der Atmosphäre, dem Wetter, deren langfristige Zustandsänderungen, das Klima gegenüber und beschäftigt sich mit der Bioklimatologie. Derartige Schwankungen kann der lebende Organismus durch Regulationsmechanismen innerhalb bestimmter Grenzen ausgleichen, beispielsweise durch Anpassung des Haarkleides, wobei die hierfür aufgewendete Energie die für Nutzleistungen verfügbare Energie verkleinert. Werden diese Grenzen jedoch überschritten, können gesundheitliche Probleme auftreten.

HOLLING (1964) bezeichnet Krankheiten des Tieres, deren Prävalenz durch meteorologische Faktoren beeinflusst wird, als meteorotrope Krankheiten. Als Voraussetzung für die meteorotrope Wirkung des Wetters sieht er jedoch einen durch mangelhafte Ernährung, Parasitenbefall oder sonstige exogene Faktoren in seiner Widerstandskraft geschwächten Organismus.

Eine Literaturübersicht über meteorotrope Krankheiten bei Mensch und Tier erarbeitet WOLFERS-WÖHLECKE (1988) nach der Durchsicht von 1100 Lehrbüchern, Monographien und Veröffentlichungen. Zusammenfassend stellt sie fest, dass die biotrope Wirkung meteorologischer Faktoren insbesondere über das vegetative Nervensystem vermittelt wird.

SCHWEGELBAUER (1957) untersuchte den Einfluss des Wetters auf das Fressverhalten von Schweinen in Mastbetrieben. Er konnte bei aufkommendem Wetterumschlag (Wph 4) eine reduzierte Futteraufnahme beobachten. BREZOWSKY und MÜLLER (1960) befassten sich mit dem Auftreten von Agalaktiezuständen bei Sauen und konnten eine Häufung bei ungestörten Wetterphasen (Wph 1, 2 und 6) mit niedriger Luftfeuchtigkeit beobachten. Untersuchungen zum Auftreten der Ödemkrankheit bei Ferkeln ergaben eine überzufällige Häufung der Fälle an Tagen der „biologisch ungünstigen“ Wph 4 (KELLER, 1969). Den meteorotropen Charakter dieser Erkrankung beobachtete auch RAPP (1968). Er verzeichnet eine Häufung der Todesfälle bei Hochdrucklagen im Winter und macht hierfür die labile Konstitution des vegetativen Nervensystems verantwortlich.

Einen Einfluss des Wetters auf die Fortpflanzungsfunktion des Bullen untersuchte LEIDL (1958). Er berechnete für jeden Tag der Samengewinnung die mittlere

Abweichung der Fructosekonzentration im Sperma von zehn ganzjährig untersuchten Höhenfleckviehbulen und setzte diese in Korrelation zu den Wetterphasen. An Tagen der Wph 4 lag der Fructosegehalt um 30 % über dem Mittelwert, während er bei der Wph 1 um 30 % unter dem Mittelwert lag. LEIDL machte dafür eine Reizung des Parasympathikus verantwortlich, welche die Ejakulationsphase beeinflusst.

BREZOWSKY und HAEGER (1958) beobachteten während der „biologisch ungünstigen“ Wetterphasen Wph 3, 4 und 5 geringere Besamungszahlen gegenüber Perioden mit ungestörten Witterungsverhältnissen (Wph 1, 2 und 6). Sie zeigten, dass vor allem beim Umbruch von schönem zu schlechtem Wetter die Zahl der brünstigen Tiere signifikant sinkt. SOMMER (1962) beobachtete einen Anstieg der Milchleistung von Kühen bei den Wetterphasen 2 und 6 und eine Minderung bei den Wetterphasen 3<sub>A</sub>, 4, 5 und 6<sub>Z</sub>.

In einer retrospektiven Studie untersuchten CANNAS da SILVA et al. (2004), ob ein Zusammenhang zwischen einzelnen Wetterfaktoren und der Häufigkeit des Auftretens von Labmagenverlagerungen besteht. Sie identifizierten eine Reihe von Wetterfaktoren, deren Vorliegen die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Labmagenverlagerungen signifikant erhöhen. Dazu gehören ein niedriger Wasserdampfdruck, eine hohe relative Luftfeuchtigkeit, niedrige Lufttemperaturen, geringgradige Schwankungen der Tagestemperatur und hohe Niederschlagsmengen. Bis zu drei Tagen nach Eintritt einer entsprechenden Wetterveränderung konnte ein vermehrtes Auftreten von Labmagenverlagerungen beobachtet werden.

#### 3.1.7.1 Biometeorologische Untersuchungen über Erkrankungen, welche mit Festliegen einhergehen

Mehrere Autoren befassen sich mit dem Einfluss des Wettergeschehens auf das Auftreten von Gebärparese.

WIENDJECK (1944) fasst in einer Arbeit die Literatur der Jahre von 1918 bis 1943 über das Auftreten der Gebärparese zusammen. Er folgert, dass Luftdruckabfall, Wetterumschwung, Schwüle, Dunst und Gewitterbildung einen maßgeblichen Einfluss auf das Auftreten der Erkrankung haben. RADICKE (1966) beobachtet bei seinen Untersuchungen über biometeorologische Einflüsse auf das Auftreten der Gebärparese eine signifikante Häufung bei extremen Luftdruckschwankungen.

SIMESEN (1974) stellt eine positive Korrelation zwischen der Häufigkeit von Gebärpause und der Höhe der Niederschläge im Winterhalbjahr fest.

Die Untersuchungen von EHGARTNER (1966) an 937 Erkrankungsfällen zeigen eine deutliche Häufung während den mit Warmluftadvektion einhergehenden „biologisch ungünstigen“ Wetterphasen 3<sub>A</sub> und 4 und eine weniger signifikante Häufung während der mit Kaltluftadvektion einhergehenden Wetterphase 6. Der überzufällige Anstieg im Frühjahr scheint nicht von Wetterfaktoren abzuhängen und muss durch exogene Faktoren wie Umstellung der Fütterung oder Weidegang erklärt werden. Eine saisonale Häufung der Geburten kommt hier nicht in Betracht.

TROMP (1976) vermutet, dass der Einfluss des Wetters auf die Gebärpause durch einen neurohumoralen Effekt auf die Parathyreoidea über Hypothalamus und Hypophyse vermittelt wird.

Andere Autoren erkennen keinen direkten Einfluss des Wetters auf das Auftreten der Gebärpause. GOLDMANN (1941) erklärt einen beobachteten jahreszeitlichen Gipfel der Fälle im Sommer durch eine saisonale Häufung von Geburten und jahreszeitlich bedingte Unterschiede in der Fütterung. Er stellt dennoch heraus, dass sich Luftdruckschwankungen und Frontenwechsel möglicherweise negativ auf das Individuum im Sinne einer Krankheitsdisposition auswirken können.

Auch SPECKER (1978) beobachtet eine Häufung der Erkrankungen im Sommer, sieht jedoch keinen erkennbaren Einfluss des Wettergeschehens. ROSENBERGER (1970) und HARRIS (1981) beschreiben, dass weder Luftdruckschwankungen noch andere klimatische Schwankungen Einfluss auf die Inzidenz der Gebärpause besitzen.

Die Autoren ALLCROFT (1947), HEIDRICH (1961), TABEL (1963) und TUNGER (1966) untersuchten unabhängig voneinander mit Tetanie einhergehende Krankheiten auf ihre Wetterabhängigkeit.

ALLCROFT (1947) beschreibt bei der Untersuchung der Serummagnesiumwerte von 24 ganzjährig auf der Weide gehaltenen Herefordkühen Schwankungen der Werte in Abhängigkeit von Jahreszeiten und Wetter. Er beobachtet ein ausgesprochenes Maximum im Sommer, während in den Monaten Dezember bis April Minimalwerte gemessen werden. Das Auftreten von kaltem, nassem, sonnenarmem und windigem Wetter fiel mit einer Häufung von Hypomagnesämie und einer gleichzeitigen Häufung von Weidetetaniefällen zusammen.



Dass das Auftreten der Reisetetanie dem Einfluss des Wetters unterliegt, konnte durch HEIDRICH (1961a, 1961b) und TUNGER (1966) bestätigt werden. Sie konnten eine signifikante Häufung bei den ‚biologisch ungünstigen‘ Wetterphasen 3<sub>A</sub> und 4 feststellen. Untersuchungen von TABEL (1963) an 703 Fällen von Weidetetanie des Rindes zeigten ein überzufällig gehäuftes Auftreten an Tagen der Wph 6<sub>Z</sub> und 3<sub>A</sub>. STÖBER und SCHOLZ (2002) machen klimatische Faktoren für das Auftreten von „Grastetanie“ mitverantwortlich. Die sogenannte Grastetanie entsteht beim Umtrieb der Tiere auf Weiden mit üppigem Graswuchs infolge eines plötzlichen Mangels an rasch verfügbarem Magnesium. Sie tritt bei Umgebungstemperaturen von 5 – 15 °C auf und ist bevorzugt nach starken Temperaturschwankungen zu beobachten. Sie bezeichnen Jahre, die durch einen häufigen Wechsel von Wärmeperioden und kurzen, mit stärkerem Niederschlag einhergehenden Kältewellen charakterisiert sind, als „Grastetaniejahre“. Zum einen machen sie das schnelle Wachstum des Grases und einen damit verbundenen geringen Magnesiumgehalt, zum anderen durch plötzliche Abkühlung der Tiere eintretende Belastung des Energiehaushaltes und erhöhten Magnesiumbedarf für die entstehende Hypomagnesämie verantwortlich. KLEE (1977) beobachtet bei seinen Untersuchungen bezüglich der Begleitumstände der Paralytischen Myoglobinurie ein gehäuftes Zusammenfallen der Krankheit mit deutlichem Temperaturabfall.

#### 3.1.7.2 Biometeorologische Untersuchungen über das Auftreten von Retentio secundinarum

Die Zahl der Untersuchungen zum Einfluss des Wetters auf das Auftreten der Retentio secundinarum des Rindes ist sehr begrenzt.

Die Untersuchungen von TOTH (1971) über die Wettereinflüsse auf das Nachgeburtsverhalten beim Rind haben eine überzufällige Häufung der Erkrankung bei der Wetterphase 6<sub>Z</sub> gezeigt, zudem eine überzufällige Krankheitshäufigkeit in den Monaten Juli und Oktober. Die Untersuchungen von SPECKER (1978) zeigten eine überzufällige Häufung von Retentio secundinarum in den Sommermonaten.

### 3.1.7.3 Biometeorologische Untersuchungen über das Auftreten von Atemwegserkrankungen der Kälber

Einige Veröffentlichungen befassen sich mit der biometeorologischen Beeinflussung von Erkrankungen der Atemwege von Kälbern.

SPECKER (1978) beobachtet eine saisonale Häufung von Kälbergrippe in den Monaten Oktober bis März, sowie eine deutliche Zunahme der Fälle bei starken Luftdruckschwankungen, plötzlichem Luftdruckabfall, hohen Tagesdurchschnittstemperaturen, sowie starken Temperaturschwankungen, hoher relativer Luftfeuchte und starken Schwankungen der Luftfeuchtigkeit. EDZARDS (1980) konnte eine jahreszeitliche Häufung von Atemwegserkrankungen in den Wetterphasen 5 und 6 beobachten. ANDRESEN et al. (1981) zeigten in ihrer Studie zum Auftreten der enzootischen Bronchopneumonie eine saisonale Häufung in den Monaten Oktober, November und Dezember. Eine Erkrankungsspitze konnte mit erheblichen Temperaturstürzen beziehungsweise plötzlichen Temperaturanstiegen in Verbindung gebracht werden.

Für die Gesunderhaltung und optimale Körperentwicklung von Kälbern werden Sollbereiche für Temperatur, Feuchtigkeit und Geschwindigkeit der Luft in den Stallungen vorausgesetzt (KLARER, 1992). Rinder sind homöotherme Tiere, deren Wohlbefinden und Stoffwechselfunktionen in weiten Temperaturbereichen unbeeinträchtigt bleiben. Jedoch lösen Temperaturen über 21 °C sowie unter 0 °C physiologische Regulationsvorgänge aus. So können Stalltemperaturschwankungen von über 10 °C „Kältestress“ verursachen, woraufhin häufig Respirationserkrankungen auftreten (WEBSTER, 1984; KUNZ und MONTANDON, 1988). Auch durch die Einwirkung von Zugluft, welche den Tierkörper stark abkühlt, wird das Immunsystem der Tiere geschwächt, wodurch das Risiko für Atemwegserkrankungen zunimmt (WATHES, 1983).

### 3.1.7.4 Biometeorologische Untersuchungen zum Auftreten der Akuten Mastitis

Zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen dem Auftreten von akuter Mastitis in Abhängigkeit von Wettereinflüssen gibt es eine Vielzahl von Publikationen. SCHILDBACH (1960) beobachtet eine Häufung von Colimastitiden im Sommer, insbesondere nach niederschlagsreichen Temperaturstürzen. MOSANDL (1966) berichtet ebenfalls über ein Maximum im Sommer in den Monaten Juni, Juli und

August. Zudem konnte er ein überzufälliges Auftreten der Fälle während der Wetterphasen 3<sub>A</sub> und 4 feststellen. HROPOT (1970) und WALSER et al. (1970) fanden unabhängig voneinander eine signifikante Häufung der Erkrankungsfälle bei der Wetterphase 6<sub>Z</sub>. HROPOT konnte zudem ein vermehrtes Auftreten während der Wetterphasen 3<sub>F</sub> und 4 im Winter und während der Wetterphasen 3<sub>A</sub> und 5 im Herbst erkennen. Er erkannte eine überzufällige Häufung der Fälle bei der Wetterphase 3<sub>F</sub> im Winter, konnte jedoch keine Resistenzminderung während dieser Wetterphase in den anderen Jahreszeiten beobachten. WALSER et al. (1972) machen die während der Wetterphase 6<sub>Z</sub> auftretenden starken biotropen Reize und zudem eine starke örtliche Abkühlung des Euters für die beobachtete Häufung verantwortlich. SCHEEL (1968) kommen hingegen zu dem Schluss, dass Witterungseinflüsse für die Entstehung von akuten Mastitiden bedeutungslos sind. Auch DANNERBECK (1970) und GROPPER (1970) konnten bei ihren Untersuchungen unabhängig voneinander keine Zusammenhänge bezüglich der Wetterabhängigkeit der akuten Mastitis erkennen. Jedoch konnten beide eine Krankheitshäufung in den Monaten Juli und September beziehungsweise Juli, September und Oktober beobachten.

#### 3.1.7.5 Biometeorologische Untersuchungen zum Auftreten von Erkrankungen des Digestionsapparates

KURTZE (1956) konnte mit seinen Untersuchungen zum Auftreten von Tympanien des Rindes Überzufälligkeiten in den Wetterphasen 4 und 5 nachweisen.

EDZARDS (1980) veröffentlichte Ergebnisse über Erkrankungen des Verdauungsapparates von Kälbern. Dabei traten Durchfallerkrankungen vermehrt in den Übergängen der Wetterphasen 6 zu 1, 3 zu 4 sowie in der Wph 2 auf. Zudem zeigte sich eine überzufällige Häufung von kolikartigen Spasmen in dem Übergang der Wph 4 zu 5.

In seinen Untersuchungen über die Wetterabhängigkeit von Kolikerkrankungen des Pferdes beobachtete WIRTH (1956) eine signifikante Häufung in den Wetterphasen 4 und 5, BOGAN (1970) dagegen ein überzufälliges Auftreten bei den ‚biologisch ungünstigen‘ Wetterphasen 3<sub>A</sub>, 4 und 6<sub>Z</sub>. Auch BARTH (1980) fand bei seinen Kolikbeobachtungen in einer Münchner Pferdepraxis ein Maximum der Biotropie des Wetters in den Wetterphasen 3<sub>F</sub>, 4 und 6<sub>Z</sub>. Mit dieser Untersuchung konnte

statistisch gesichert gezeigt werden, dass es bei Föhnwetterlagen gehäuft zum Auftreten von Koliken kommt.

### **3.2 Im Rahmen dieser Arbeit berücksichtigte Erkrankungen des Rindes**

#### **3.2.1 Das Festliegen des Rindes**

Als „Festliegen“ bezeichnet man einen Zustand, bei dem „das Rind nicht in der Lage oder nicht willens ist, sich zu erheben. Es ist keine eigenständige Krankheit, sondern Symptom eines mit Störung des Stehvermögens verbundenen Grundleidens“ (DIRKSEN, 2002). So kann jede schwere Krankheit Auslöser dieses Symptoms sein.

Erfahrungsgemäß treten jedoch etwa 90 % des Festliegens im Zeitraum unmittelbar vor bis etwa 14 Tage nach dem Kalben auf, was bedeutet, dass vor allem erwachsene weibliche Tiere betroffen sind (STÖBER, 1980). Im Folgenden soll deshalb vor allem auf das peripartale Festliegen eingegangen werden.

Die Häufigkeit des peripartalen Festliegens variiert in Abhängigkeit von Alter, Rasse, Haltungsbedingungen, Ernährungszustand zur Zeit des Abkalbens, geburtshilflichen Maßnahmen und Milchleistung.

Die möglichen Ursachen für peripartales Festliegen sind vielfältig. Neben metabolischen Störungen kommen ursächlich arthro-, myo-, neuro- und psychogene Probleme in Betracht, wobei jedoch etwa dreiviertel aller peripartal festliegenden Kühe an hypokalzämischer Gebärparese leiden (STÖBER, 1980). Die durchschnittliche Inzidenz der hypokalzämischen Gebärparese liegt bei 5 % bis 10 % aller adulten Milchkühe (MARTIG, 2002). So müssen differentialdiagnostisch sowohl peripartal zugezogene traumatische Erkrankungen wie Adduktorenrisse, Frakturen, Nervenquetschungen und massive innere Blutungen im Beckenbereich als auch peripartal auftretende Erkrankungen wie Puerperalinfektionen, Mastitis paralytica oder Leberfunktionsstörungen abgegrenzt werden.

Für die Regulation der Kalziumhomöostase sind die in der Parathyreoidea gebildeten Hormone Parathormon und Kalzitinin, sowie das mit der Nahrung zugeführte Prohormon Vitamin D3 verantwortlich. Parathormon steigert die Kalziumresorption in der Dünndarmschleimhaut, die tubuläre Kalziumrückresorption und Phosphatausscheidung in der Niere, sowie die Mobilisation von Kalzium aus dem

Skelettsystem. Auch Vitamin D3 erhöht den Serumkalziumgehalt durch gesteigerte Kalziumresorption im Darm und die Freisetzung von Kalzium und Phosphat aus dem Knochen. Kalzitinin dagegen wirkt als Antagonist zum Parathormon und sorgt für eine verstärkte Kalzium- und Phosphateinlagerung in das Skelettsystem (KRAFT et al., 1999).

Mit dem Einsetzen der Laktation post partum weisen Kühe eine temporäre Hypokalzämie mit Serumwerten bis 2 mmol/l auf. Diese wird durch eine erhöhte Ausschüttung von Parathormon und einen Anstieg der Vitamin D3- Konzentration beantwortet. Nach etwa 24 bis 48 Stunden erhöht sich die Kalziumresorption aus Darm und Knochen und es kommt zu einer entsprechenden Kompensation. Bei Kühen, welche an hypokalzämischer Gebärpause erkranken, reagieren die Zellen von Darmschleimhaut und Knochen verspätet, da die Anzahl an Vitamin D3-Rezeptoren mit zunehmendem Alter abnimmt (MARTIG, 2002). Auch durch ein Überangebot an Kalzium im Futter kurz vor der Kalbung reduziert sich die Anzahl der Vitamin D3-Rezeptoren, da der Kalziumbedarf durch passive Resorption ohne Ausschüttung von Parathormon und Vitamin D3 gedeckt werden kann (GOFF et al., 1987). Eine gleichzeitig bestehende leichtgradige Hypermagnesämie und Hypophosphatämie lassen sich durch einen infolge der Hypokalzämie auftretenden Hyperparathyreoidismus erklären, wodurch es zu einer verminderten Magnesiumausscheidung und einer gesteigerten Phosphateliminierung über die Niere kommt (MARTIG, 2002).

Bei dem Krankheitsbild der hypokalzämischen Gebärpause kommt es zu einer akuten Entgleisung der Kalziumhomöostase. Der Kalziumspiegel im Blut fällt von einem Normbereich von 2,1 bis 2,7 mmol/l auf 1,25 bis 1,5 mmol/l ab und kann in der dritten klinischen Phase auf Werte von bis zu 0,5 mmol/l sinken (MARTIG, 2002). Zusätzlich können auch unterschiedliche Veränderungen der Serumkonzentrationen an anorganischem Phosphat und Magnesium beobachtet werden (HOFMANN und EL AMROUSI (1971), BOSTEDT et al. (1973, 1979), LACHMANN (1980), MALZ und MEYER (1992), STOLLA et al. (2000)).

BOSTEDT et al. (1979) beschreiben in einer Studie mit über 300 peripartal festliegenden Kühen bei 52,5 % der Tiere eine gleichzeitige Verringerung des Kalzium- und Phosphatgehaltes, während die Magnesiumkonzentration bis zu 20 % über der Norm liegt. Ein ausschließliches Absinken des Serumkalziumgehaltes konnte dagegen nur bei 12,4 % der Fälle gemessen werden. Beim alleinigen

Auftreten der Hypokalzämie spricht man von „typischer Gebärparese“, während das Abfallen der Konzentration von anorganischem Phosphat als „atypische Gebärparese“ bezeichnet wird (STOLLA et al., 2000). Zudem zeigen peripartal festliegende Tiere weit über der Norm liegende Creatinkinase-Werte, welche durch eine Störung des Muskelstoffwechsels oder eingetretene Muskulatschädigungen zu erklären sind.

Kalziumionen haben entscheidende Funktion bei der Erregungsausbreitung in Nerven und Muskelzellen, bei der neuromuskulären Übertragung von Aktionspotentialen und bei der Muskelkontraktion. Bei erniedrigten extrazellulären Kalziumkonzentrationen kommt es aufgrund veränderter Membranpermeabilität zu einem Einstrom von Natriumionen und einem Ausstrom von Kalziumionen aus der Muskelzelle, was zu einer Verminderung des Membranpotenzials führt. Die Muskelzelle reagiert anfangs mit Übererregbarkeit und bei weiterem Absinken refraktär gegenüber diesen Reizen. Auch ein Fehlen des für die Ausschüttung des Acetylcholins an der motorischen Endplatte essentiellen Kalziums wird diskutiert (MARTIG, 2002). Somit kommt es bei Hypokalzämie zur fortschreitenden Beeinträchtigung der neuromuskulären Funktion bis hin zur schlaffen Lähmung.

Eine Senkung der Serumphosphatkonzentration und eine Erhöhung des Magnesiumspiegels können dieses Krankheitsbild verstärken. Die pathophysiologischen Vorgänge, über welche eine Hypophosphatämie zu einer schlaffen Lähmung führt, sind nicht vollständig geklärt (LACHMANN, 1980). Der zuletzt genannte Autor beschreibt enge Zusammenhänge zwischen anorganischem Phosphat und dem Energiestoffwechsel, da für die Bildung von der energiereichen Verbindung Adenosintriphosphat (ATP), welche bei der Glykolyse Phosphat und Energie überträgt, anorganisches Phosphat zur Verfügung stehen muss. Bei einer Hypophosphatämie kommt es dadurch zu einer Störung wichtiger biochemischer Vorgänge und somit zu einer gestörten Energiegewinnung im Muskelstoffwechsel. Magnesium wirkt aktivierend auf Enzyme, welche an dem ATP-Stoffwechsel beteiligt sind, und hat zudem Einfluss auf die Transmittersubstanz an der motorischen Endplatte, Acetylcholin. Eine Erhöhung des Serummagnesiumgehaltes führt daher zu einer schlaffen Lähmung (KRAFT et al., 1999).

Bei der „typischen Gebärparese“ werden klinisch drei Phasen unterschieden. In der ersten Phase kommt es zu Inappetenz, leicht verkrampfter Körperhaltung, Entlasten der Gliedmaßen, Trippeln und fibrillären Muskelzuckungen sowie verminderter

Pansenmotorik. Beim Übergang in das zweite Stadium wird allmählich beginnendes Festliegen in Brustlage mit autoauskultatorischer Haltung und beeinträchtigtem Sensorium beobachtet. Bei klinischer Untersuchung zeigt sich eine leicht erhöhte, teils arhythmischer Herzfrequenz, die Körpertemperatur ist geringgradig erniedrigt, die gesamte Körperoberfläche ist kühl. In der dritten Phase liegen die Tiere in Seitenlage fest, mit bis zum Koma fortschreitender Somnolenz. Der Tod tritt innerhalb weniger Stunden ein (MARTIG, 2002).

Tiere mit klinisch manifester Hypophosphatämie, der sogenannten „atypischen“ Gebärpause, zeigen zunehmende Bewegungsstörungen in der Hinterhand mit einhergehender Schwäche vor allem beim Aufstehen, welches schließlich zum Festliegen führt. Das Sensorium dieser Tiere ist ungetrübt, auch die Futteraufnahme bleibt vorerst weitgehend ungestört. Mit weiter abfallendem Phosphatspiegel ist jedoch eine zunehmende Verschlechterung des Allgemeinbefindens zu beobachten (MALZ und MAYR, 1992). Therapieversuche mit alleinigen Kalzium- oder Kalzium-Magnesium-Infusionen bleiben erfolglos (LACHMANN, 1980).

### 3.2.2 Retentio secundinarum

Bei ungestörtem Geburtsablauf werden die Fruchthüllen innerhalb von sechs bis acht Stunden abgestoßen. Wird diese Zeit des Nachgeburtstadiums deutlich überschritten, kann es zur aufsteigenden Infektion des toten Eihautgewebes und damit des Uterus kommen, welche mit einer puerperalen Septikämie einhergehen kann. Beim Rind ist jeder Fall, in welchem die Nachgeburt zwölf Stunden und länger zurückbleibt, als Retentio secundinarum anzusehen und kann zu einer Beeinträchtigung der späteren Fruchtbarkeit führen (GRUNERT, 1993).

Die Pathogenese ist äußerst vielfältig. Heute spielen in erster Linie nichtinfektiöse Faktoren für die Störung des Lösungsmechanismus eine Rolle. Eine Myometriumatonie im Rahmen einer sonst nicht klinisch auffälligen Hypokalzämie oder einer übermäßigen Dehnung des Uterusgewebes aufgrund Mehrlingsträchtigkeiten wirkt sich negativ auf die Lösung der Eihäute aus. Im Rahmen von nichtinfektiös bedingten Frühgeburten oder Aborten kommt es häufig zu einer Retention der Nachgeburt aufgrund einer Unreife von Plazentomen und Eihäuten. Auch durch überlange Trächtigkeitsdauer entstandene fortgeschrittene Involution der Plazentome kann eine Störung des Lösungsprozesses mit sich ziehen.

Weitere nichtinfektiöse Ursachen für Nachgeburtsverhalten sind eine nichtentzündliche Hyperämie der Plazentome durch einen zu schnellen Verschluss der Nabelgefäße oder eine bei Uterustorsion entstandene Ödematisierung der Chorionzotten. Zudem werden hormonelle Störungen, Haltungs- und/ oder Fütterungsmängel, allergische, traumatische oder toxische Einflüsse erörtert.

Infektiös bedingte Plazentitis oder Kotyledonitis, mit teilweise einhergehenden Chorionnekrosen verursachen eine Retention der Eihäute und sind auf Besiedelung mit pathogenen Bakterien oder Pilzen zurückzuführen. Dabei können *Arcanobacterium pyogenes*, Kokken, *Brucella spec.*, *Salmonella spec.*, *Leptospira spec.* und *Listeria spec.* isoliert werden. Bereits vor der Kalbung können diese Infektionen hämatogen oder per vaginam auf die Plazenta übergreifen (GRUNERT, 1993).

### 3.2.3      Enzootische Bronchopneumonie

Die Enzootische Bronchopneumonie (Rinder- oder Kälbergrippe, Viruspneumonie, „crowding disease“ und weitere Bezeichnungen) ist eine bestandsweise gehäuft auftretende und wirtschaftlich sehr bedeutsame Erkrankung. Sie tritt bei Rindern im Alter von zwei bis zwölf Monaten während der Stallhaltungsperiode, seltener auch bei Milchkühen, auf (WEISS und RUDOLPH, 1999).

Es handelt sich um eine so genannte Faktorenerkrankung, zu deren Entwicklung neben der Einwirkung bestimmter belebter Faktoren auch unbelebte Faktoren von Bedeutung sind. Dabei spielen virale Infektionen mit dem Bovine-Respiratory-Syncytial-Virus (BRSV), dem Parainfluenza-3-Virus, Adeno- und Reoviren, Coronaviren und seltener auch Rhinoviren eine Rolle. Auch das Bovine-Virus-Diarhoe-Virus (BVDV) kann infolge der immunsuppressiven Wirkung Entstehung und Verlaufsstärke der Erkrankung beeinflussen (STÖBER, 2002). Als alleinige Infektionen können diese sehr mild verlaufen. Bei der Enzootischen Bronchopneumonie wird das Krankheitsbild häufig durch bakterielle Sekundärinfektionen (*Mannheimia haemolytica*, *Haemophilus somnus*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Pasteurella spec.*) verkompliziert, so dass aus der ursprünglich interstitiellen Pneumonie meist eitrig, abszedierende Bronchopneumonien oder selten auch fibrinöse Pleuropneumonien entstehen können (WEISS und RUDOLPH, 1999).



Zu den unbelebten Faktoren gehören Umwelteinflüsse wie Überbelegung der Ställe, fehlerhafte Belüftung mit Zugluft, starken Temperaturschwankungen, übermäßiger Abkühlung und Anreicherung von Schadgasen und der bei Verkauf, Transport und Umstallung entstehende Stress, welcher die Immunkompetenz der Tiere beeinträchtigt. Die Erkrankung zeigt eine saisonale Häufung in Herbst- und Wintermonaten, was durch die Veränderungen des Mikroklimas bei Stallhaltung infolge von Witterungsumschwüngen zu erklären ist (STÖBER, 2002).

Im Anfangsstadium und bei leichterem Verlauf der Erkrankung zeigen die Tiere erhöhte Atemfrequenz, mäßiges bis deutliches Fieber, nachlassenden Appetit, serösen bis mukösen Nasenausfluss und vereinzelt Husten.

Im akuten Stadium überwiegt das klinische Bild der bakteriellen Sekundärinfektion mit Fieber, schleimig-eitrigem Nasenausfluss, starkem Husten und Dyspnoe, pochender Herztätigkeit, Inappetenz und Röhrenatmen.

Im chronischen Stadium kommen folgende Symptome hinzu: Kümmeren, Niedergeschlagenheit, Kachexie, struppiges Haarkleid, die Tiere liegen viel mit ausgestrecktem Hals, haben teilweise übel riechenden Nasenausfluss. Akute Schübe sind auch in diesem Stadium möglich und werden mitunter als frische Erkrankungen fehlgedeutet.

### 3.2.4 Erkrankungen des Verdauungsapparates

#### 3.2.4.1 Indigestion

Unter dem Überbegriff der Indigestion werden Erkrankungen zusammengefasst, welche mit einer Beeinträchtigung der Vormagenfunktion der Wiederkäuer einhergehen.

Man unterscheidet zwischen primären und sekundären Indigestionen, wobei bei den erstgenannten primär Haube und Pansen erkranken und sekundäre Indigestionen als Symptom infolge schwerer Allgemeinerkrankungen auftreten (DIRKSEN, 1981).

Nach einem standardisierten Diagnoseschlüssel wird Indigestion nach folgendem Schema gegliedert:

#### a. Motorische Indigestion

Motorikstörungen der Vormägen, wie Hypo- oder Hypermotorik des Pansens stellen häufig keine selbstständige Erkrankung dar, sondern treten begleitend zu verschiedenen Organ- oder Allgemeinerkrankungen auf (DIRKSEN, 2002).

Bei dem Hoflundschen Syndrom kommt es infolge einer motorischen Insuffizienz von Netz- und Blättermagen zu gestörten Transportvorgängen der Ingesta im Vormagen-Labmagenbereich. Man spricht von funktioneller Stenose (BRAUN et al., 1990).

#### b. Mikrobiell-biochemische Indigestion

Die Pansenflora besteht aus einer Vielzahl von Bakterien, Infusorien und Pilzen, welche maßgeblich an der Verdauung des Wiederkäuers beteiligt sind. Der physiologische pH-Wert im Hauben-Pansen-Raum liegt zwischen 5,5 und 7,0 und schwankt in Abhängigkeit der Futteraufnahme und der Zusammensetzung der Futterrationen. Die Regulation des pH-Wertes erfolgt in erster Linie durch die neutralisierende Wirkung des Speichels (pH von 8,1 bis 8,5), welcher puffernde Substanzen wie Phosphat und Natriumbikarbonat enthält (DIRKSEN, 1981). Das sensible mikrobielle Gleichgewicht des Pansens kann durch eine Reihe externer Faktoren gestört werden.

Im Folgenden werden Erkrankungen aufgeführt, welche mit einer Entgleisung des Pansen-pH-Wertes einhergehen.

- Pansenazidose
- Inaktivität der Pansenflora (*Insufficiencia biochimica simplex ingestorum ruminis*)
- Alkalose des Hauben-Panseninhaltes (*Alcalosis ingestorum reticuli et ruminis*)
- Pansenfäulnis (*Putrefactio ingestorum ruminis*)

#### c. Pansentympanie

Es handelt sich dabei um Krankheitsgeschehen, welche mit einer übermäßigen Ausdehnung des Hauben-Pansen-Raumes einhergehen. Dabei werden die Akute Pansentympanie und die Rezidivierende Tympanie unterschieden.

#### d. Abomasoruminales Refluxsyndrom

Bei Störungen der Magen-Darmpassage, beispielsweise infolge von Labmagenverlagerungen, fließt salzsäurehaltiger Labmageninhalt in den Pansen. Es kommt zu Verschiebungen des Säure-Basen-Haushaltes hin zur hypochlorämischen

metabolischen Alkalose, welche mit erheblichen Störungen des Allgemeinbefindens einhergeht (DIRKSEN, 1984).

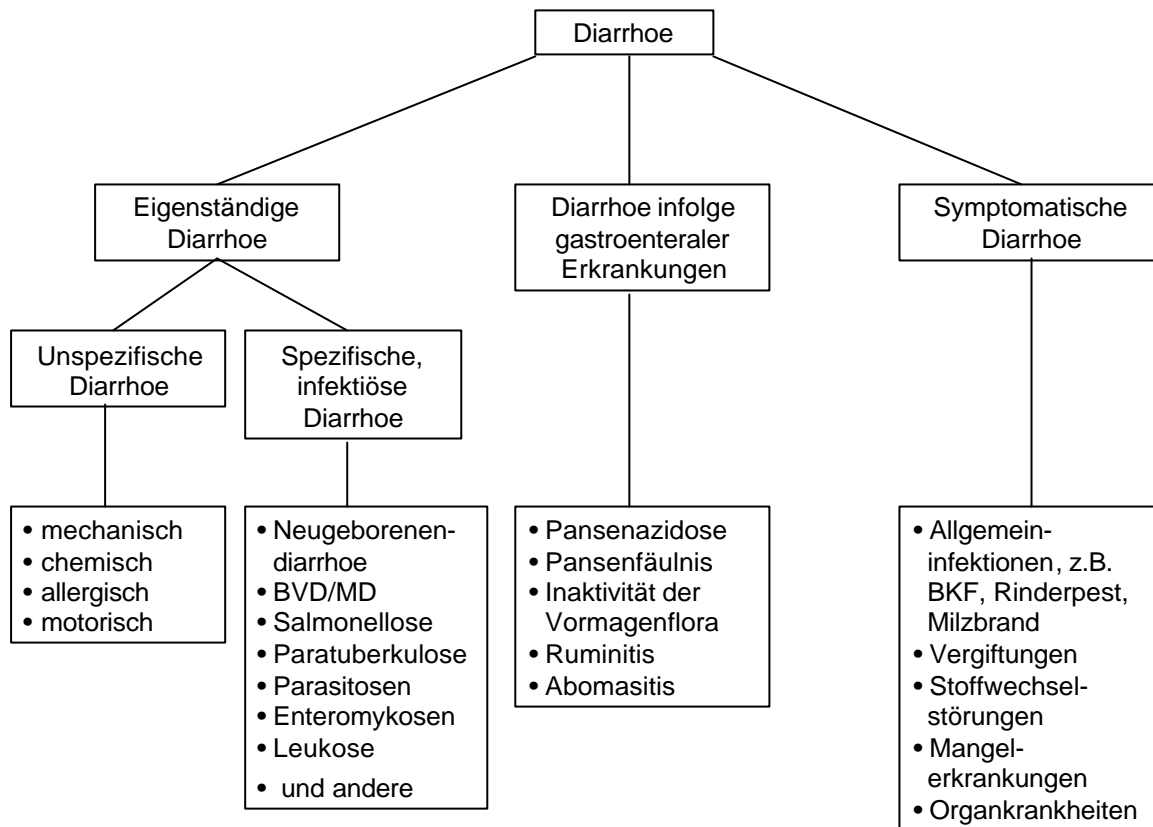
#### 3.2.4.2 Diarrhoe

Definitionsgemäß versteht man unter Diarrhoe Funktionsstörungen des Darmes, welche mit einem von der Norm abweichenden erhöhten Flüssigkeitsanteil des Darminhaltes einhergehen (WEISS und POSPISCHL, 1999).

Diarrhoe kann sowohl Symptom einer entzündlichen als auch einer nichtentzündlichen Reaktion des Darmes sein.

DIRKSEN (2002) hat wichtige Rinderkrankheiten, die mit Diarrhoe einhergehen nach ätiologischen Gesichtspunkten gegliedert (siehe *Abbildung 3*).

Dabei unterscheidet der Autor zwischen symptomatischer Diarrhoe, als Begleitsymptomatik unterschiedlicher Erkrankungen des Rindes, sowie Diarrhoe infolge gastroenteraler Erkrankungen und eigenständiger Diarrhoe. Letztere wird weiter in die unspezifische Diarrhoe und die spezifische infektiöse Diarrhoe untergliedert.



**Abbildung 3:** Schematische Darstellung von Erkrankungen, welche mit Diarrhoe einhergehen; gegliedert nach ätiologischen Gesichtspunkten (nach DIRKSEN, 2002).

### 3.2.4.3 Kolik

Der Begriff „Kolik“ leitet sich von dem griechischen Wort ,?? ????‘ ab und bedeutet ‚am Darm leidend‘, weil ursprünglich der Sitz der Erkrankung im Kolon vermutet wurde (BARTH, 1980). Im engeren Sinne handelt es sich um krampfartige Leibschmerzen, welche infolge spastischer Kontraktionen eines abdominalen Hohlorgans entstehen. Durch den damit verbundenen Zug am Mesenterium kommt es zum einen zu einer Reizung der dort verlaufenden sensiblen Nerven und zum anderen zur Bildung von lokalen Ischämien oder Infarkten (PSCHYREMBEL, 1994). Im Laufe der letzten Jahrhunderte wurde dieser Begriff jedoch auf alle Krankheitserscheinungen ausgeweitet, bei denen Tiere durch auffälliges Verhalten Unwohlsein oder Schmerzzustände ausdrücken. Somit handelt es sich um ein Syndrom, welches eine ausführliche Diagnostik erfordert (HUSKAMP et al., 1999). DIRKSEN (2002) unterteilt in „Echte Kolik“, bei welcher die Kolikerscheinungen auf eine abdominale Erkrankung zurückzuführen sind und „scheinbare Kolik“, bei welcher

die Tiere ein nicht auf abdominale Beschwerden zurückzuführendes Kolikverhalten zeigen. Die Ursachen für „Echte Kolik“ sind vielfältig. So können gastrale, enterale und extragastroenterale Koliken unterschieden werden, je nachdem in welchen Organen Schmerzhaftigkeit oder Unbehagen auftritt. „Scheinbare Kolik“ dagegen kann durch sehr verschiedene Ursachen entstehen. Dazu gehören beispielsweise durch Insekten- oder Ektoparasitenbefall bedingter Juckreiz, Urtikaria, Brunst, Sonnenbrand oder zentralnervöse Störungen unterschiedlicher Genese.

Bei Kolik häufig zu beobachtende Symptome sind Trippeln, Schlagen mit den Hinterbeinen und mit dem Schwanz, Umsehen in Richtung Abdomen, Zähneknirschen, häufiges Auf- und Niedergehen oder die Tiere nehmen eine Körperhaltung mit nach hinten abgestellten Beinen ein. Das Allgemeinbefinden verschlechtert sich rasch und es kommt häufig zum Festliegen.

### 3.2.5 Akute Mastitis

Die akute Mastitis (auch Mastitis phlegmonosa, Mastitis acuta gravis oder Coliforme Mastitis genannt) ist eine häufig in den ersten drei Monaten der Laktation auftretende Erkrankung. Vor allem während des Puerperiums besteht aufgrund erniedrigter Resistenzlage des Organismus, starker Gewebsauflockerung und Ödematisierung des Eutergewebes eine erhöhte Infektanfälligkeit. Auch hohe Milchleistung, Haltungs- oder Fütterungsfehler, Mängel in der Melktechnik und Melkhygiene, klimatische Faktoren wie Kaltluft und Feuchtigkeit, Euterverletzungen scheinen begünstigend für den Ausbruch der Krankheit zu sein.

Zum überwiegenden Teil werden diese akuten Entzündungen des Eutergewebes durch eine Vielzahl von Serovaren von *Escherichia coli* verursacht. In selteneren Fällen werden sonstige Enterobakterien wie *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter agglomerans*, *Proteus spec.* und andere isoliert. Die im Darmtrakt der Tiere und ubiquitär auftretenden Keime gelangen galaktogen oder hämatogen in das Euter. In der Milchdrüse ist auch eine lymphogene Verbreitung möglich.

Sowohl die systemischen als auch die lokalen Entzündungserscheinungen bei der Akuten Mastitis werden durch Endotoxine und freigesetzte Entzündungsmediatoren wie Histamin und Prostaglandine verursacht. Innerhalb weniger Stunden entwickeln sich schwere Symptome.

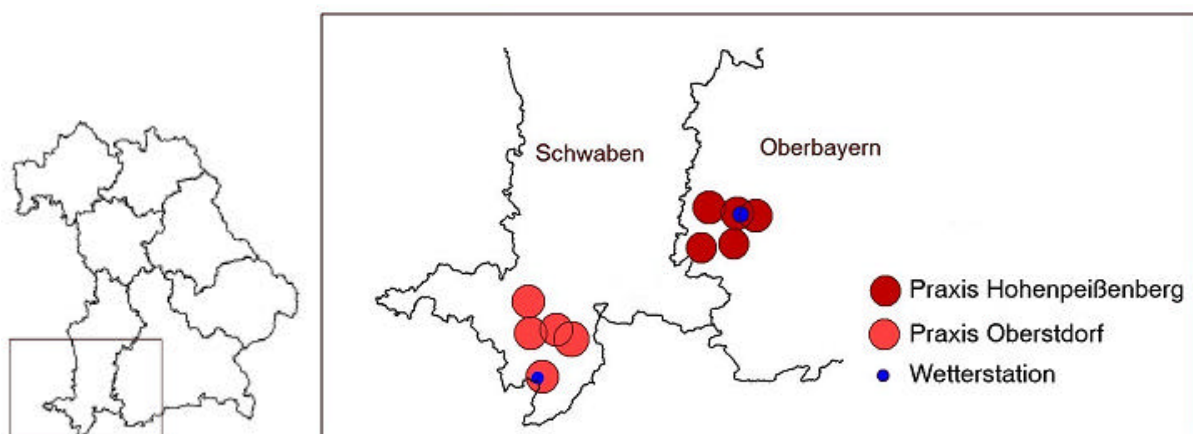
Die Tiere sind im Allgemeinbefinden erheblich gestört, apathisch, haben Fieber bis 42°C, erhöhte Puls- und Atemfrequenz, flache Atmung, reduzierte Pansenmotorik bis hin zur Pansenatonie und zeigen Anorexie. Häufig geht die Erkrankung mit Enteritis und Durchfall einher. Durch die extreme Überschwemmung des Organismus mit Endotoxinen, insbesondere bei Infektionen mit *Escherichia coli*, kann die Krankheit sehr dramatisch verlaufen und häufig mit Festliegen einhergehen oder einen letalen Ausgang nehmen. Die betroffenen Euterviertel zeigen die Kardinalsymptome der Entzündung. Sie sind vermehrt warm, gerötet bis zyanotisch, schmerzhaft geschwollen, eine Milchsekretion ist meist nicht mehr vorhanden (BERGMANN, 1994).

## 4 Eigene Untersuchungen

### 4.1 Material und Methodik

#### 4.1.1 Auswahl der Tierarztpraxen

Für diese retrospektive Studie wurden insgesamt zehn Tierarztpraxen ausgewählt, die in einem Gebiet liegen, für welches die Daten und Föhnbeobachtungen der Klimastation Oberstdorf und der Synoptisch-Klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg repräsentativ sind. Diese Daten sind nach einer persönlichen Mitteilung des Deutschen Wetterdienstes München in der Region Hohenpeißenberg für einen Umkreis von etwa 25 Kilometern nach westlicher und östlicher Richtung und in südlicher Richtung bis hin zu den Alpen aussagekräftig. Für die Region Oberstdorf sind diese Daten für die Umgebung des Oberstdorfer Tals und in nördlicher Richtung bis in die Region Hindelang - Sonthofen - Immenstadt - Oberstaufen - Balderschwang aussagekräftig (siehe Abb. 4). Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass ein Teil der in die Dokumentation einbezogenen landwirtschaftlichen Betriebe außerhalb der definierten Region lokalisiert ist. Diese Tatsache ist jedoch nicht dazu geeignet, den Aussagegehalt der Daten insgesamt zu beeinflussen, da der Anteil an diesen Betrieben sehr gering ist.



*Abbildung 4: Graphische Darstellung der Verteilung der ausgewählten Tierarztpraxen und der Wetterstationen im Untersuchungsgebiet*

In der Region Hohenpeißenberg und Oberstdorf nahmen jeweils fünf Praxen an der Studie teil. Die von den Praxisinhabern angegebene Größe der Praxen lag zwischen 1000 und 5550 betreuten Milchkühen. Daraus ergibt sich für die Region Hohenpeißenberg eine Gesamtzahl von  $n = 18250$  Milchkühen und für die Region Oberstdorf eine Gesamtzahl von  $n = 8900$  Milchkühen.

Eine repräsentative Befragung von 20 Landwirten im Untersuchungsgebiet ergab, dass ein Betrieb durchschnittlich 32 Milchkühe und 20 Jungtiere im Alter von acht Wochen bis achtzehn Monaten besitzt. Somit ergibt sich ein Verhältnis von Milchkühen zu Jungtieren von 32/20 (1/0,625). Durch diese Information kann die Zahl der Jungtiere annähernd genau bestimmt werden.

Die Mehrzahl der Betriebe sind Betriebe mit Milchviehhaltung, die weibliche Jungtiere für die eigene Nachzucht aufziehen. Es handelt sich regional bedingt hauptsächlich um Kühe der Rasse Deutsches Braunvieh, wobei auch vereinzelt Betriebe mit Simmentaler Fleckvieh und mit Holstein-Friesian zu finden sind. Die Tiere werden in Laufställen mit Liegeflächen oder in Anbindehaltung gehalten, teilweise saisonal mit Weidegang. Für die Auswertung wurden Daten aus dem Zeitraum der Jahre 2001 und 2002 erfasst.

#### 4.1.2 Auswahl der Wetterstationen

Es wurden Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes ausgewählt, welche in Voralpengebieten lokalisiert und über 24 Stunden besetzt sind sowie über lückenlose Aufzeichnungen verfügen. Als geeignet zeigten sich dabei die Synoptisch-klimatische Meldestelle Hohenpeißenberg und die Klimastation Oberstdorf.

Die meteorologischen Daten entstammen den Archiven des Deutschen Wetterdienstes in München, in welchen die fortlaufenden Beobachtungstageblätter der Stationen aufbewahrt werden. Auf diesen Beobachtungstageblättern werden stündlich durch Diplom-Meteorologen Windrichtung und Windgeschwindigkeit, auftretende Böen, Sichtverhältnisse, Wolkenformationen, Lufttemperatur, Taupunkttemperatur, relative Luftfeuchte, Luftdruck, Niederschlagsmengen, Sonnenscheindauer und sonstige Wettererscheinungen oder Beobachtungen notiert.

Aus diesen Beobachtungstageblättern wurden die Tage mit auftretendem Föhn entnommen, wobei hierfür eine Mindestwindgeschwindigkeit in Gipfelhöhe von 20



Knoten aus südlicher Richtung, ein Temperaturanstieg und ein Abfall der relativen Feuchte sowie optimale Fernsicht und charakteristische Wolkenformationen wie Föhnmauer und typisch zerissene Altocumulusbewölkung mit Fisch- und Linsenformen als wesentlich für die Feststellung von Föhn erachtet werden. Ein tageszeitliches Auftreten oder Abbrechen des Föhns konnte in diesen Auswertungen aufgrund der Dokumentation der Tierarztpraxen nicht berücksichtigt werden. Für biometeorologische Untersuchungen, in denen tageweise festgelegte Krankheitsereignisse mit den Wetterphasen korreliert werden sollen, genügt es jedoch, einen Tag nach der hauptsächlich vorherrschenden Wetterphase zu charakterisieren (BREZOWSKY, 1963).

#### 4.1.3 Aufnahme der Daten

Aus den Beobachtungstageblättern der synoptisch-klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg und der Klimastation Oberstdorf wurden die Tage aus den Jahren 2001 und 2002, an denen Föhn dokumentiert wurde (Tag  $X=0$ ), erfasst.

In der Region Hohenpeißenberg waren dies im Jahr 2001 23 Föhntage und im Jahr 2002 50 Föhntage. In der Region Oberstdorf waren dies im Jahr 2001 28 Föhntage und im Jahr 2002 41 Föhntage.

Um zu klären, ob jedoch schon der „Vorfohn“ (Tag  $X-1$ ) oder der Tag nach dem Auftreten des Föhns (Tag  $X+1$ ) einen Einfluss auf das Auftreten der Krankheiten haben, wurden diese Tage bei der Datenaufnahme und der statistischen Auswertung mitberücksichtigt.

Bei der Auswahl von Kontrolltagen wurden mithilfe eines automatisierten Zufallsgenerators Tage ausgewählt, welche mindestens fünf Tage von den erfassten Föhntagen entfernt waren. Es wurden für die Jahre 2001 und 2002 jeweils der Anzahl der Föhntage entsprechend eine gleich große Anzahl von Kontrolltagen ausgewählt.

Die Auswahl der Erkrankungen ergab sich aufgrund der Dokumentation der Tierarztpraxen. So konnten die Daten der Erkrankungen Festliegen, Retentio secundinarum, Enzootische Bronchopneumonie, Akute Mastitis, Indigestion und Kolik sowie Diarrhoe aufgenommen werden. Die Diagnosestellung erfolgte durch den hinzu gerufenen Tierarzt.

Es wurden die Daten der Erstbehandlungen erfasst, Nachbehandlungen blieben unberücksichtigt. Der Zeitpunkt, in welchem Stadium der Erkrankung ein Tierarzt hinzu gerufen wurde, ist vom Tierbesitzer abhängig und kann in diesen Untersuchungen nicht berücksichtigt werden.

Wurde eine Erkrankung in einer Praxis nicht als solche dokumentiert, wurde dies anhand der Gesamttierzahlen in der Auswertung entsprechend berücksichtigt.

DieENZootische Bronchopneumonie ist eine Erkrankung, die in erster Linie bei Jungtieren im Alter von acht Wochen bis zwölf Monaten auftritt. Aus diesem Grunde soll für die Erhebungen zu dieser Erkrankung nur die Zahl der Jungtiere eingeschlossen werden.

Aus den Aufzeichnungen der Tierärzte bezüglich Diarrhoe wurde nicht ersichtlich, welche Altersgruppen behandelt worden sind, deshalb wurden in diesen Untersuchungen Erkrankungsfälle aller Altersgruppen berücksichtigt.

Da der Begriff der Indigestion als Bezeichnung einer Vielzahl von Krankheitsbildern dient, wird Indigestion nach Rücksprache mit den kooperierenden Tierärzten im weiteren Verlauf als Sammelbezeichnung für Krankheitsbilder mit folgenden Symptomen verwendet: Störung des Allgemeinbefindens, Inappetenz, kühle Hautoberfläche, geringgradig erhöhte oder zuweilen erniedrigte Temperatur, teilweise geringgradige Kolikerscheinungen, schlecht zerkleinerter Kot, zum Teil übelriechend und mit Durchfall einhergehend, teilweise kein Kotabsatz mehr vorhanden, reduzierte Pansenmotorik bis Pansenatonie, auskultatorisch uneinheitlich diffuses Klingeln und Plätschern.

#### 4.1.4 Das statistische Verfahren

Für die statistische Auswertung der Daten wurde das Chi-Quadrat-Verfahren verwendet, wofür das Statistikprogramm EpiInfo (Version 6, 1993; [www.cdc.gov/epiinfo](http://www.cdc.gov/epiinfo)) genutzt wurde.

Das Chi-Quadrat-Verfahren vergleicht die beobachtete Häufigkeitsverteilung mit einer theoretischen, der Referenzverteilung. Die Größe  $\chi^2$  ist eine Summe von Quotienten. Im Zähler steht die quadrierte Differenz der gefundenen Häufigkeit  $f$  und der Referenzhäufigkeit  $F$ . Im Nenner steht die Referenzhäufigkeit  $F$ .

$$\chi^2 = \sum (f - F)^2 / F$$

Ausgangspunkt des Verfahrens ist die Formulierung der Null-Hypothese. Diese besagt, dass sich die beobachtete Häufigkeit nicht mehr von der erwarteten Häufigkeit unterscheidet als durch zufällige Fehler zu erwarten ist. Für diesen Fall wäre  $\chi^2 = 0$ . Je stärker eine beobachtete Häufigkeit  $f$  von der erwarteten Häufigkeit  $F$  abweicht, umso größer wird der Wert  $(f - F)^2$  und damit die Prüfgröße  $\chi^2$ .

Im Rahmen dieser Arbeit wird verglichen, ob die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Erkrankung bei der Wetterlage Föhn dieselbe ist wie die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Erkrankung an einem mithilfe eines automatisierten Zufallsgenerators bestimmten Kontrolltag.

Entsprechend errechnet sich die erwartete Anzahl  $E$  an Erkrankungsfällen aus dem Quotienten der Anzahl der Erkrankungsfälle  $n_k$  an den Kontrolltagen und der Anzahl Kontrolltage  $x_k$  nach der Formel  $E = n_k / x_k$ , multipliziert mit der Anzahl der entsprechenden Tage.

Gegeben seien die Zeilenwerte  $a$  und  $b$  sowie  $c$  und  $d$ . Die zugehörige Tabelle hat dann die folgende Struktur:

	Erkrankt (tatsächlich)	Erkrankt (erwartet)	Summe
Föhntage	$a$	$b$	$a+b$
Kontrolltage	$c$	$d$	$c+d$
Summe	$a+c$	$b+d$	$a+b+c+d$

Aus dieser Konstellation errechnet sich  $\chi^2$  gemäß:

$$\chi^2 = \frac{(ad-bc)^2 \cdot n}{(a+b) \cdot (a+c) \cdot (b+d) \cdot (c+d)} ; n = a+b+c+d$$

Die Irrtumswahrscheinlichkeit wird üblicherweise mit  $\alpha = 0,05$  festgelegt. Für einen Wert von  $\alpha = 0,05$  liegt die Konfidenzwahrscheinlichkeit bei 95 %.

Bei der Auswertung des Tests mithilfe des Statistikprogrammes EpiInfo (Version 6, 1993) wird der so genannte p-Wert berechnet. Ist dieser Wert kleiner als das Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$  %, ist das Testergebnis signifikant. Bei multiplen Tests

steigt der  $\alpha$ -Fehler enorm an. Aus diesem Grund wird dann häufig die Bonferroni-Korrektur eingeführt und jedem Test die Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha / k$  zugrunde gelegt, wobei  $k$  die Anzahl der durchgeführten Tests angibt.

Dafür wurden sechs Krankheitsgruppen gebildet und die relevanten Tage ( $X=0$ ,  $X-1$  und  $X+1$ ) der Jahre 2001 und 2002 gemeinsam beurteilt. Die Daten der Regionen Hohenpeißenberg und Oberstdorf werden zunächst regional unterteilt und danach zusammen getestet. Die Krankheitsgruppen setzen sich wie folgt zusammen:

- Festliegen
- Retentio secundinarum
- Enzootische Bronchopneumonie
- Akute Mastitis
- Indigestion und Kolikerscheinungen
- Diarrhoe

Daraus ergibt sich nach Anwendung der Bonferroni-Korrektur ein Wert von  $0,05 / 6 = 0,0083$ .

## **4. 2      Ergebnisse**

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Datenaufnahme und die statistischen Auswertungen der Daten vorgestellt.

### **4.2.1      Darstellung der aufgenommenen Daten**

Im Folgenden werden die aufgenommenen Daten in Tabellenform dargestellt. Außer den eigentlichen Rohdaten sind die prozentualen Anteile der erkrankten Tiere an den Gesamtzahlen der Tiere in den Tierarztpraxen, in welchen die jeweiligen Erkrankungen als solche dokumentiert wurden, angegeben.

#### 4.2.1.1 Aufgenommene Daten in absoluten und relativen Zahlen

In den folgenden Tabellen sind die aufgenommenen Daten in absoluten und relativen Zahlen dargestellt. Bei den absoluten Fallzahlen handelt es sich jeweils um erstmals behandelte Tiere. Nachbehandlungen wurden bei der Datenaufnahme nicht berücksichtigt. Zu welchem Zeitpunkt und in welchem Stadium der Erkrankungen tierärztliche Hilfe zugezogen wurde, ist in erster Linie vom Tierbesitzer abhängig und konnte nicht berücksichtigt werden. Die Diagnosen wurden durch die zugerufenen Tierärzte gestellt.

Tabelle 1. Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der synoptisch-klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg 2001. Die Bezeichnung n steht für die Gesamtanzahl an Milchkühen in den Praxen, in welchen die jeweilige Erkrankung als solche dokumentiert wurde. j steht für die Anzahl der Jungtiere im Alter von acht Wochen bis 18 Monaten. In Klammern wird der Prozentanteil der erkrankten Tiere angegeben.

	Anzahl der Tage	Fest- liegen n=18250	Ret. sec. n=18250	Enzoot. BP j=11406	Akute Mastitis n=16150	Indig./ Kolik n=4700	Diarrhoe n=12700
Föhn- tage (X=0)	23	39 (0,21 %)	51 (0,28 %)	57 (0,50 %)	13 (0,08 %)	6 (0,13 %)	26 (0,20 %)
Tage davor (X-1)	16	40 (0,22 %)	25 (0,14 %)	33 (0,29 %)	11 (0,07 %)	4 (0,09 %)	16 (0,13 %)
Tage danach (X+1)	17	29 (0,16 %)	28 (0,15 %)	41 (0,36 %)	9 (0,06 %)	4 (0,09 %)	22 (0,17 %)
Gesamt	56	108 (0,60 %)	104 (0,57 %)	141 (1,24 %)	33 (0,20 %)	14 (0,30 %)	64 (0,50 %)
Kontroll- tage	23	44 (0,24 %)	54 (0,30 %)	81 (0,71 %)	7 (0,04 %)	2 (0,04 %)	39 (0,31 %)

Tabelle 2. Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der synoptisch-klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg 2002.

	Anzahl der Tage	Fest- liegen n=18250	Ret. sec. n=18250	Enzoot. BP j=11406	Akute Mastitis n=16150	Indig./ Kolik n=4700	Diarrhoe n=12700
Föhn- tage (X=0)	50	136 (0,75 %)	123 (0,67 %)	207 (1,81 %)	44 (0,27 %)	23 (0,49 %)	64 (0,50%)
Tage davor (X-1)	29	72 (0,39 %)	76 (0,42 %)	96 (0,84 %)	26 (0,16 %)	6 (0,13 %)	31 (0,24%)
Tage danach (X+1)	29	70 (0,38 %)	59 (0,32 %)	83 (0,73 %)	29 (0,18 %)	11 (0,23 %)	32 (0,25 %)
Gesamt	108	278 (1,52 %)	258 (1,41 %)	386 (3,38 %)	99 (0,61 %)	40 (0,85 %)	127 (1,00 %)
Kontroll- tage	50	136 (0,75 %)	142 (0,78 %)	135 (1,18 %)	38 (0,24 %)	23 (0,49 %)	52 (0,41 %)

Tabelle 3. Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Klimastation Oberstdorf 2001.

	Anzahl der Tage	Fest- liegen n= 8900	Ret. sec. n= 8900	Enzoot. BP j= 3375	Akute Mastitis n= 4800	Indig./ Kolik n= 2000	Diarrhoe n= 4500
Föhn- tage (X=0)	28	33 (0,37 %)	52 (0,58 %)	56 (1,66 %)	5 (0,10 %)	14 (0,7 %)	11 (0,24 %)
Tage davor (X-1)	21	24 (0,27 %)	38 (0,43 %)	38 (1,12 %)	4 (0,08 %)	3 (0,15 %)	10 (0,22 %)
Tage danach (X+1)	28	20 (0,22 %)	44 (0,49 %)	24 (0,71 %)	4 (0,08 %)	7 (0,35 %)	9 (0,20 %)
Gesamt	77	77 (0,87 %)	134 (1,5 %)	118 (3,49 %)	13 (0,27 %)	24 (1,2 %)	30 (0,67 %)
Kontroll- tage	28	32 (0,36%)	40 (0,45 %)	34 (1,01 %)	4 (0,08 %)	7 (0,35 %)	22 (0,49 %)

Tabelle 4. Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Klimastation Oberstdorf 2002.

	Anzahl der Tage	Fest- liegen n= 8900	Ret. sec. n= 8900	Enzoot. BP j=3375	Akute Mastitis n= 4800	Indig./ Kolik n= 2000	Diarrhoe j= 4500
Föhn- tage (X=0)	41	64 (0,72 %)	106 (1,20 %)	114 (3,38 %)	15 (0,31 %)	17 (0,85 %)	18 (0,40 %)
Tage davor (X-1)	20	31 (0,35 %)	44 (0,49 %)	35 (1,04 %)	9 (0,19%)	6 (0,30 %)	9 (0,20 %)
Tage danach (X+1)	20	31 (0,35 %)	45 (0,51 %)	29 (0,86 %)	13 (0,27 %)	5 (0,25 %)	9 (0,20 %)
Gesamt	81	126 (1,42 %)	195 (2,19 %)	178 (5,27 %)	37 (0,77 %)	28 (1,4 %)	36 (0,80 %)
Kontroll- tage	41	53 (0,26 %)	81 (0,91 %)	54 (1,60 %)	13 (0,27 %)	13 (0,65 %)	25 (0,56 %)

#### 4.2.1.2 Aufgenommene Daten in relativen Zahlen, bezogen auf die Einzeltage

Die folgenden Tabellen stellen die prozentualen Anteile der erkrankten Tiere gegen die Einzeltage normalisiert dar. Sie wurden anhand der unter 4.2.1. dargestellten Prozentanteile berechnet, indem die relativen Werte durch die Gesamtzahl der zugrunde gelegten Tage dividiert wurden.

Die folgenden Darstellungen sollen die Übersichtlichkeit der Daten verbessern und die Aussagekraft der Werte erhöhen. Sie nennen den prozentualen Anteil der von der jeweiligen Erkrankung betroffenen Tiere pro Tag.

Tabelle 5. Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der synoptisch-klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg 2001. Angegeben in Prozent, bezogen auf die Einzeltage (% Tiere/ Tag).

	Anzahl der Tage	Fest-liegen	Ret. sec.	Enzoot. BP	Akute Mastitis	Indig./ Kolik	Diarrhoe
Föhntage (X=0)	23	0,0093 %	0,0122 %	0,0128 %	0,0035 %	0,0056 %	0,0089 %
Tage davor (X-1)	16	0,1370 %	0,0086 %	0,0072 %	0,0043 %	0,0053 %	0,0079 %
Tage danach (X+1)	17	0,0093 %	0,0090 %	0,0124 %	0,0033 %	0,0050 %	0,0102 %
Gesamt	56	0,0106 %	0,0102 %	0,0114 %	0,0036 %	0,0053 %	0,0090 %
Kontroll-tage	23	0,0105 %	0,0129 %	0,0161 %	0,0019 %	0,0019 %	0,0134 %

Tabelle 6. Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der synoptisch-klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg 2002. Angegeben in Prozent, bezogen auf die Einzeltage (% Tiere/ Tag).

	Anzahl der Tage	Fest-liegen	Ret. sec.	Enzoot. BP	Akute Mastitis	Indig./ Kolik	Diarrhoe
Föhn-tage (X=0)	50	0,0149 %	0,0135 %	0,0133 %	0,0054 %	0,0098 %	0,0101 %
Tage davor (X-1)	29	0,0136 %	0,0144 %	0,0117 %	0,0056 %	0,0044 %	0,0084 %
Tage danach (X+1)	29	0,0132 %	0,0111 %	0,0104 %	0,0062 %	0,0081 %	0,0087 %
Gesamt	108	0,0141 %	0,0131 %	0,0122 %	0,0057 %	0,0079 %	0,0093 %
Kontroll-tage	50	0,0149 %	0,0156 %	0,0087 %	0,0047 %	0,0098 %	0,0082 %



Tabelle 7. Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Klimastation Oberstdorf 2001.  
Angabe in Prozent, bezogen auf die Einzeltage (% Tiere/ Tag).

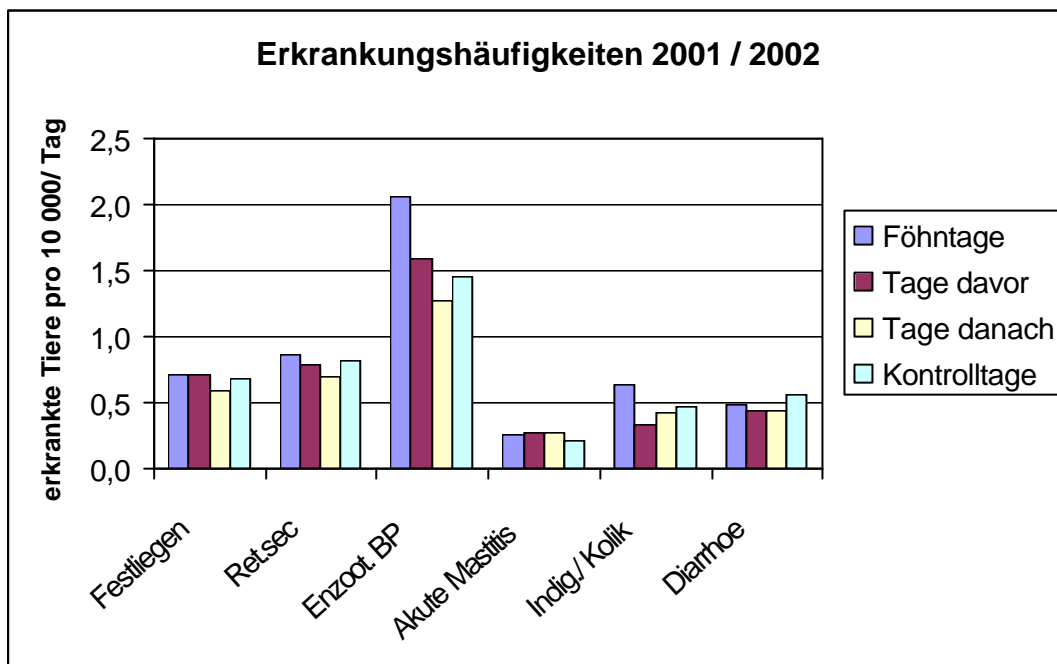
	Anzahl der Tage	Fest- liegen	Ret. sec.	Enzoot. BP	Akute Mastitis	Indig./ Kolik	Diarrhoe
Föhn- tage (X=0)	28	0,0132 %	0,0209 %	0,0503 %	0,0037 %	0,0250 %	0,0087 %
Tage davor (X-1)	21	0,0128 %	0,0203 %	0,0469 %	0,0040 %	0,0071 %	0,0106 %
Tage danach (X+1)	28	0,0080 %	0,0177 %	0,0356 %	0,0030 %	0,0125 %	0,0071 %
Gesamt	77	0,0112 %	0,0196 %	0,0454 %	0,0035 %	0,0156 %	0,0087 %
Kontroll- tage	28	0,0128 %	0,0161 %	0,0315 %	0,0030 %	0,0125 %	0,0175 %

Tabelle 8. Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Klimastation Oberstdorf 2002.  
Angabe in Prozent, bezogen auf die Einzeltage (% Tiere/ Tag).

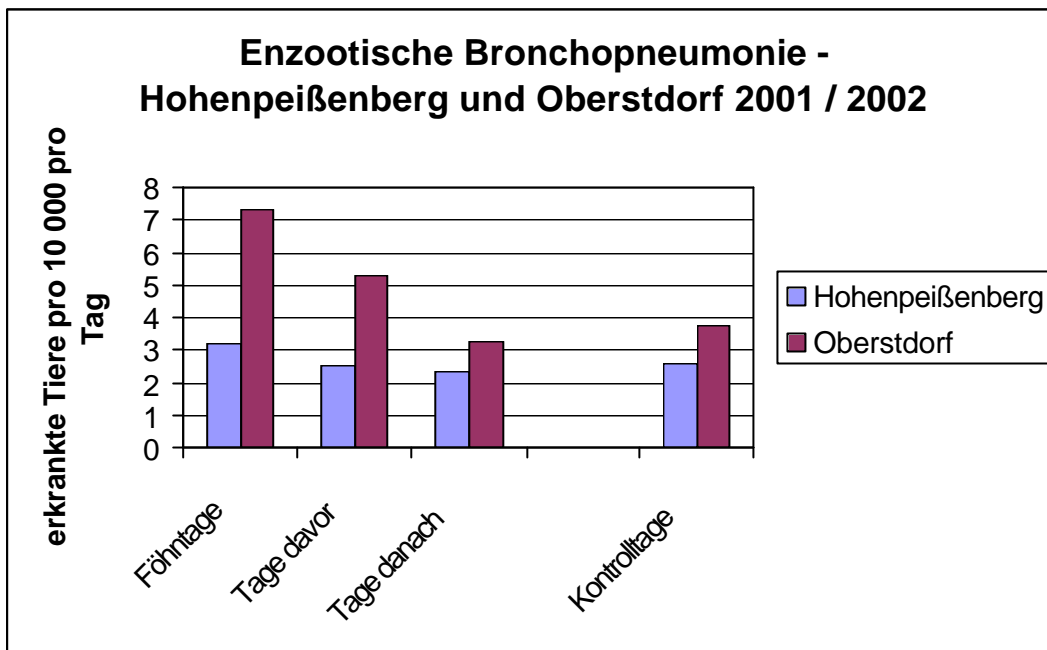
	Anzahl der Tage	Fest- liegen	Ret. sec.	Enzoot. BP	Akute Mastitis	Indig./ Kolik	Diarrhoe
Föhn- tage (X=0)	41	0,0175 %	0,0290 %	0,0528 %	0,0076 %	0,0207 %	0,0098 %
Tage davor (X-1)	20	0,0174 %	0,0247 %	0,0335 %	0,0094 %	0,0150 %	0,0100 %
Tage danach (X+1)	20	0,0174 %	0,0253 %	0,0277 %	0,0135 %	0,0125 %	0,0100 %
Gesamt	81	0,0175 %	0,0270 %	0,0419 %	0,0095 %	0,0173 %	0,0099 %
Kontroll- tage	41	0,0145 %	0,0222 %	0,0302 %	0,0066 %	0,0159 %	0,0136 %

#### 4.2.1.3 Graphische Darstellung der erhobenen Daten

Die nachfolgenden graphischen Darstellungen zeigen die Gesamtzahlen an Erkrankungsfällen in den Regionen Hohenpeißenberg und Oberstdorf an den Tagen  $X=0$ ,  $X-1$ ,  $X+1$ , sowie an den Kontrolltagen, jeweils bezogen auf die Gesamtzahl der zugrunde liegenden Tage. Zur besseren Anschaulichkeit wurden die Zahlen auf 10 000 Tiere bezogen.



*Abbildung 5. Graphische Darstellung der Verteilung des Auftretens der Gesamtzahl Erkrankungsfälle an den Föhntagen ( $X=0$ ), den Tagen davor ( $X-1$ ), den darauf folgenden Tagen ( $X+1$ ) und den Kontrolltagen. Keine Unterscheidung zwischen den Regionen. Zur übersichtlicheren Darstellung werden die Erkrankungshäufigkeiten auf 10000 Tiere bezogen.*



*Abbildung 6. Graphische Darstellung der pro Tag an Enzootischen Bronchopneumonie erkrankten Tiere in Hohenpeißenberg und Oberstdorf 2001 und 2002.*

Die oben dargestellte Tabelle zeigt die Verteilung der Enzootischen Bronchopneumonie in den Regionen der synoptisch-klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg und der Klimastation Oberstdorf, die Jahre 2001 und 2002 wurden zusammengefasst. Die Krankheitsfälle wurden auf 10 000 Tiere bezogen. Dabei zeigt sich deutlich eine Häufung der Erkrankungsfälle in der Region Oberstdorf und eine ebenso deutliche Häufung der Fälle an den Föhntagen.

#### **4.3 Statistische Auswertung der Daten**

Im folgenden Abschnitt werden die statistischen Auswertungen der aufgenommenen Daten dargestellt. Um die Anzahl der durchzuführenden Tests zu reduzieren, wurde der Test für die Jahre der aufgenommenen Daten 2001 und 2002 gemeinsam durchgeführt. Zudem wurden die Föhntage, die Tage davor und die Tage danach gemeinsam beurteilt. Die regionale Unterteilung wurde zunächst beibehalten, in einer weiteren Durchführung jedoch aufgehoben.

#### 4.3.1 Statistische Auswertung des Auftretens von Festliegen

Tabelle 9. Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Festliegen in den Jahren 2001 und 2002.

<b>Fest- liegen</b>	Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Oberstdorf 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg und Oberstdorf 2001/ 2002	
	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet
Föhn- tage (X=0)	175	180	97	85	272	265
Tage davor (X-1)	112	110	55	50	167	160
Tage danach (X+1)	99	112	51	58	150	175
Chi <sup>2</sup>		0,56		1,23		2,06
p- Wert		0,7540		0,5414		0,3565

Für die Datenverteilung des Auftretens von Festliegen in der Region Hohenpeißenberg und der Region Oberstdorf besteht demnach keine statistische Signifikanz.

#### 4.3.2 Statistische Auswertung des Auftretens der Retentio secundinarum

Tabelle 10. Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Retentio secundinarum in den Jahren 2001 und 2002.

Ret. sec.	Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Oberstdorf 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg und Oberstdorf 2001/ 2002	
	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet
Föhn- tage (X=0)	174	196	158	121	332	317
Tage davor (X-1)	101	121	82	70	183	192
Tage danach (X+1)	87	123	89	80	176	210
Chi <sup>2</sup>		1,71		0,73		3,0
p- Wert		0,4250		0,6929		0,2228

Es ergibt sich bei den Auswertungen der Daten der Retentio secundinarum in beiden Untersuchungsgebieten keine statistische Signifikanz.

#### 4.3.3 Statistische Auswertung des Auftretens der Enzootischen Bronchopneumonie

Tabelle 11. Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Enzootischer Bronchopneumonie in den Jahren 2001 und 2002.

<b>Enzoot. BP</b>	Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Oberstdorf 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg und Oberstdorf 2001/ 2002	
	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet
Föhn- tage (X=0)	264	216	170	88	434	304
Tage davor (X-1)	129	136	73	52	202	184
Tage danach (X+1)	124	139	53	60	177	201
Chi <sup>2</sup>		5,17		<b>11,89</b>		<b>15,13</b>
p- Wert		0,0753		<b>0,0026</b>		<b>0,0005</b>

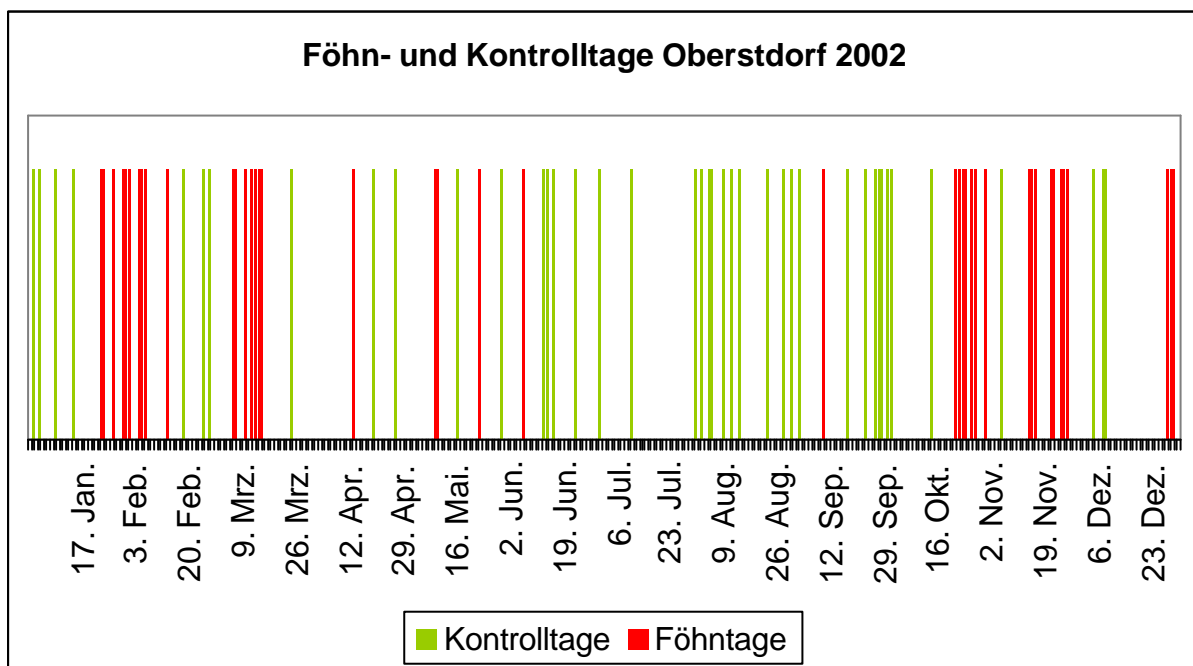
Bei der Auswertung der Daten der Enzootischen Bronchopneumonie für die Region Oberstdorf wurden an den Föhntagen annähernd doppelt so viele Fälle der Enzootischen Bronchopneumonie beobachtet wie erwartet. Die Auswertung ergibt statistisch signifikante Werte.

Die Verteilung der beobachteten und erwarteten Fälle in der Region Hohenpeißenberg zeigt an den Föhntagen deutlich mehr beobachtete Erkrankungsfälle. Nach Auswertung mittels des Chi-Quadrat-Verfahrens ist keine statistische Signifikanz ersichtlich.

Die Zusammenfassung der Daten aus beiden Regionen für die Jahre 2001 und 2002 ergibt jedoch ebenfalls einen statistisch signifikanten Wert.

Die resultierenden statistisch signifikanten Werte müssen in diesem Fall kritisch betrachtet werden. Die Enzootische Bronchopneumonie ist eine Erkrankung, welche saisonal gehäuft in Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonaten auftritt (EDZARDS, 1980; STÖBER, 2002; ANDRESEN et al., 1981). Auch das Auftreten von Föhn ist vermehrt

in den Monaten März, April, Oktober und November zu beobachten (BREZOWSKY, 1965a). Die für die gesamten Untersuchungen gewählten Kontrolltage wurden so ausgewählt, dass sie mindestens fünf Tage von dokumentierten Föhntagen entfernt und über das gesamte Jahr verteilt sind. Die folgende graphische Darstellung zeigt die ungleichmäßige Verteilung der Föhn- und Kontrolltage, exemplarisch für das Jahr 2002 in der Region Oberstdorf. Für Region Hohenpeißenberg ergibt sich eine entsprechende Verteilung.



*Abbildung 7: Verteilung der Föhntage (rot) und Kontrolltage (grün) in der Region Oberstdorf für das Jahr 2002.*

Um eine daraus potenziell entstehende Fehlerwahrscheinlichkeit zu minimieren, wurden im Rahmen der nachfolgend durchgeführten Korrektur nur die Kontrolltage ausgewählt, welche mindestens fünf Tage und maximal 14 Tage von dokumentierten Föhntagen entfernt sind. Die Korrektur wurde für beide Regionen entsprechend vorgenommen.

Tabelle 12. Tabellarische Darstellung der korrigierten statistischen Auswertung des Auftretens von Enzootischer Bronchopneumonie in den Jahren 2001 und 2002.

<b>Enzoot. BP</b>	Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Oberstdorf 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg und Oberstdorf 2001/ 2002	
	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet
Föhn- tage (X=0)	264	211	170	97	434	295
Tage davor (X-1)	129	130	73	58	202	178
Tage danach (X+1)	124	133	53	68	177	195
Chi <sup>2</sup>		4,38		<b>13,54</b>		<b>14,84</b>
p- Wert		0,1122		<b>0,0012</b>		<b>0,0006</b>

Bei der statistischen Auswertung der Daten unter Einbeziehung lediglich der korrigierten Kontrolltage ergibt sich für die Region Oberstdorf ein statistisch signifikanter Wert.

Die Verteilung der beobachteten und erwarteten Fälle in der Region Hohenpeißenberg zeigt an den Föhntagen (X=0) eine leicht erhöhte Zahl beobachteter gegenüber erwarteter Fälle. Nach Auswertung mittels des Chi-Quadrat-Tests ist keine statistische Signifikanz für diese Verteilung ersichtlich.

Dagegen ergibt die Zusammenfassung der korrigierten Daten aus beiden Regionen für die Jahre 2001 und 2002 statistisch signifikante Ergebnisse.



#### 4.3.4 Statistische Auswertung des Auftretens der Akuten Mastitis

Tabelle 13. Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Akuter Mastitis in den Jahren 2001 und 2002.

<b>Akute Mastitis</b>	Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Oberstdorf 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg und Oberstdorf 2001/ 2002	
	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet
Föhn-tage (X=0)	57	45	20	17	77	62
Tage davor (X-1)	37	26	13	9	50	38
Tage danach (X+1)	38	27	17	10	55	41
Chi <sup>2</sup>		0,17		0,52		0,09
p- Wert		0,9178		0,7710		0,9541

Es besteht für diese Auswertungen der Akuten Mastitis keine statistische Signifikanz. Allerdings ist deutlich ein Regionen übergreifender Trend für eine Häufung der beobachteten gegenüber der erwarteten Erkrankungsfällen an Föhntagen (X=0) sowie an den Tagen davor (X-1) und den Tagen danach (X+1) zu beobachten.

#### 4.3.5 Statistische Auswertung des Auftretens von Indigestion und Kolik

Tabelle 14. Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Indigestion und Kolik in den Jahren 2001 und 2002.

<b>Indig./ Kolik</b>	Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Oberstdorf 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg und Oberstdorf 2001/ 2002	
	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet
Föhn- tage (X=0)	29	25	31	20	60	45
Tage davor (X-1)	10	14	9	12	19	27
Tage danach (X+1)	15	14	12	13	27	30
Chi <sup>2</sup>		0,99		2,35		3,62
p- Wert		0,6101		0,3091		0,1640

Die Datenauswertung beider Regionen für Indigestion und Kolik ergibt somit keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

#### 4.3.6 Statistische Auswertung des Auftretens der Diarrhoe

Tabelle 15. Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Diarrhoe in den Jahren 2001 und 2002.

<b>Diarrhoe</b>	Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Oberstdorf 2001/ 2002		Erkrankungshäufigkeit Hohenpeißenberg und Oberstdorf 2001/ 2002	
	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet
Föhn- tage (X=0)	90	91	29	47	119	138
Tage davor (X-1)	47	57	19	29	66	84
Tage danach (X+1)	54	59	18	34	72	91
Chi <sup>2</sup>		0,55		0,29		0,28
p- Wert		0,7611		0,8661		0,8692

Für die Verteilung der Daten von Diarrhoe ist demnach kein statistisch signifikanter Zusammenhang erkennbar.

## **5 DISKUSSION**

### **5.1 Methodik**

#### **5.1.1 Auswahl der Wetterstationen**

Bei der Auswahl der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) konnten nur Stationen berücksichtigt werden, in welchen 24 Stunden Wetteraufzeichnungen, einschließlich Föhnbeobachtungen vorgenommen werden. Die Stationen mussten zudem über lückenlose Aufzeichnungen in den Jahren 2001 und 2002 verfügen. Diese Kriterien erfüllten im deutschen Voralpengebiet lediglich die synoptisch-klimatische Meldestelle Hohenpeißenberg und die Klimastation Oberstdorf. Die Untersuchungen konnten daher nur in dem entsprechend regional begrenzten Gebiet durchgeführt werden.

Es besteht eine vom DWD angewandte, meteorologisch eindeutige Definition für das Wetterphänomen Föhn. Jedoch muss kritisch angemerkt werden, dass von den Wetterstationen das Vorliegen von Föhnwetterverhältnissen in den Höhenlagen der Stationen bestimmt wird (Hohenpeißenberg 977m über NN, Oberstdorf 810m über NN). Hierbei kann aber nicht in jedem Fall darauf geschlossen werden, dass die Wetterlage auch bis in die Täler durchbricht und zum jeweiligen Zeitpunkt auch an allen in der Datenaufnahme berücksichtigten Orten vorherrscht. Es wäre somit möglich, dass Krankheitsfälle, deren Auftreten im Rahmen dieser Arbeit in Zusammenhang mit Föhn gestellt wurde, in Gebieten dokumentiert wurden, in welchen zum gegebenen Zeitpunkt keine Föhnwetterlage vorherrschte.

#### **5.1.2 Auswahl der Tierarztpraxen**

Nach persönlichen Mitteilungen des DWD sind die Föhnaufzeichnungen der entsprechenden Wetterstationen lediglich für ein regional begrenztes Gebiet repräsentativ. Vor diesem Hintergrund wurden für die Datenaufnahme Tierarztpraxen ausgewählt, die in Regionen niedergelassen sind, für welche die Föhnaufzeichnungen als relevant zu betrachten sind. Es konnte jedoch nicht sichergestellt werden, dass die von den Praxen betreuten, landwirtschaftlichen Betriebe ausschließlich innerhalb der festgelegten Region liegen.

### 5.1.3 Validität und Vergleichbarkeit der Diagnosen

Ein wichtiges Kriterium für die Auswahl der Tierarztpraxen war die Bereitstellung einer lückenlosen, qualitativ hinreichenden, schriftlichen Dokumentation der Krankheitsfälle. Die Diagnosestellung erfolgte durch die hinzu gerufenen Tierärzte. Es konnte jedoch nicht zurückverfolgt werden, zu welchem Zeitpunkt der Erkrankung der jeweilige Landwirt tierärztliche Hilfe hinzuzog. Insbesondere im Falle der Enzootischen Bronchopneumonie muss dieser Sachverhalt mit besonderer Aufmerksamkeit beurteilt werden. Dabei stellt sich die Frage, ob bereits Tiere mit Temperaturerhöhung den Tierbesitzer veranlassen, einen Tierarzt frühzeitig hinzuzuziehen oder ob es sich hierbei um Tiere handelt, welche beispielsweise zuerst erfolglos in Eigeninitiative vorbehandelt wurden und bereits deutliche Symptomatik zeigen. Aus diesem Grund können auch die statistisch signifikanten Ergebnisse zur Enzootischen Bronchopneumonie nur mit weiteren prospektiven Untersuchungen und einheitlicher Diagnosestellung bestätigt werden (siehe auch 5.2.1).

Ebenso muss für die Bewertung der für die Indigestion ermittelten Ergebnisse kritisch angemerkt werden, dass in den Aufzeichnungen der teilnehmenden Tierärzte keine differenzierenden Diagnosen bezüglich der vielfältigen Indigestionsformen gestellt wurden. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass es Formen von Indigestion gibt, deren Auftreten dennoch von der biotropen Wirkung des Föhns beeinflusst wird. Auch in diesem Falle sind weitere, differenzierende Untersuchungen notwendig.

Die den Erhebungen zugrunde liegenden Fallzahlen sind in ihrem Umfang statistisch repräsentativ, somit können die in dieser Arbeit gemachten Aussagen für die genannten Zeiträume und Regionen gemäß ihrem Stichprobenumfang als aussagekräftig gelten. Hinsichtlich der Aussagen zur Kolik muss allerdings beachtet werden, dass eine differenzierende Diagnose und somit eine gesonderte Dokumentation von Kolikfällen nur in einer geringen Anzahl der kooperierenden Tierarztpraxen durchgeführt wurde. Die Gesamtzahl der dokumentierten Fälle war daher vergleichsweise niedrig und erfüllte somit für diese Symptomatik nicht die Kriterien für eine statistisch repräsentative Auswertung. Aus diesem Grunde wurden die erfassten Kolikfälle für die Durchführung der statistischen Tests in die Krankheitsgruppe der Indigestion mit einbezogen und zusammen ausgewertet.

## 5.2. Diskussion der Ergebnisse

Die Auswertungen dieser retrospektiven Untersuchung zeigen lediglich für das Auftreten der Enzootischen Bronchopneumonie bei Föhnwetterlagen in der Region Oberstdorf eine statistische Signifikanz. Die Häufungsverteilung der Erkrankungsfälle in der Region Hohenpeißenberg ergibt jedoch keine statistisch signifikanten Werte. Jedoch zeigt sich auch für die Verteilung im Gebiet Hohenpeißenberg am Föhntag selbst ( $X=0$ ) eine deutliche Häufung der beobachteten gegenüber der erwarteten Erkrankungsfälle. Dieser Trend schlägt sich jedoch weder bei Einzelbetrachtung des Tages  $X=0$ , noch unter Mitberücksichtigung der Tage vor ( $X-1$ ) bzw. nach ( $X+1$ ) Föhn, in einer statistischen Signifikanz nieder. Jedoch ist bei einer Zusammenfassung der Daten aus beiden Regionen eine Signifikanz der Krankheitsverteilung zu beobachten (siehe dazu 5.2.1).

Darüber hinaus zeigen die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen zur Prävalenz der anderen berücksichtigten Erkrankungen, namentlich Retentio secundinarum, Erkrankungen, welche mit Festliegen einhergehen, Akute Mastitis, Indigestion und Kolik sowie Erkrankungen, die mit Diarrhoe einhergehen, im untersuchten Gebiet jedoch keine statistisch relevanten Häufigkeitsverteilungen.

### 5.2.1 Enzootische Bronchopneumonie

Das subjektiv zunächst überraschende Ergebnis bei Zusammenfassung der Daten aus beiden Regionen, welches sich in Form eines höheren  $\chi^2$ -Wertes gegenüber dem Ergebnis der Region Oberstdorf darstellt, ist durch die statistische Berechnungsmethodik und das geänderte Verteilungsmuster der beobachteten gegenüber der erwarteten Erkrankungsfälle zu erklären. Hierbei kommt insbesondere der starken Differenz zwischen den beobachteten und den erwarteten Erkrankungshäufigkeiten am Föhntag selbst ( $X=0$ ) Bedeutung zu, während die teils gegenteiligen und eher schwachen Verteilungsunterschiede am Tag vor ( $X-1$ ) bzw. Tag nach einer Föhnwetterlage ( $X+1$ ) sich gegenteilig neutralisieren. Die Folge ist eine, dem Variabilitätseffekt zuzuschreibende, überproportionale Zunahme der Signifikanz, welche nicht durch einfache Addition der Einzelsignifikanzen erklärt werden kann.

Das Auftreten von Atemwegserkrankungen, so auch der Enzootischen Bronchopneumonie, ist an einen bestimmten Jahreszeitenrhythmus geknüpft. So zeigen sich Maxima in Herbst-, Winter- und Frühjahrsmonaten (EDZARDS, 1980; STÖBER, 2002; ANDRESEN et al., 1981). Auch Föhnwetterlagen treten charakteristischerweise gehäuft in den Monaten März, April, Oktober und November auf (BREZOWSKY, 1965a).

Die im Rahmen dieser Arbeit für die statistischen Untersuchungen ausgewählten Kontrolltage sind über das gesamte Jahr verteilt (siehe *Abbildung 7*). Um eine sich daraus ergebende Fehlerwahrscheinlichkeit zu verringern und eine gleichmäßige jahreszeitliche Verteilung von Kontrolltagen und Föhntagen zu erhalten, wurde für die Auswertungen zur Enzootischen Bronchopneumonie eine Korrektur der Kontrolltageverteilung durchgeführt.

Mittels dieser eingeführten Korrektur können jahreszeitlich bedingte Verzerrungen für das Zustandekommen der Ergebnisse zur Enzootischen Bronchopneumonie ausgeschlossen werden.

Auch nach Durchführung der Tests mit Einbeziehung der korrigierten Kontrolltage ergibt sich für die Region Oberstdorf - ebenso wie in der akkumulierten Verteilung beider Regionen - eine statistische Signifikanz für eine Häufung von Krankheitsfällen bei Föhnwetterlagen. Die Häufigkeitsverteilung der Krankheitsfälle in der Region Hohenpeißenberg bleibt von dieser Korrektur unberührt. Eine statistische Signifikanz ist hier nach wie vor nicht zu erkennen.

Die Gründe, welche sich für die nicht einheitliche Verteilung der Krankheitshäufigkeiten in den Regionen Hohenpeißenberg und Oberstdorf verantwortlich zeichnen können, sind vielfältig, wahrscheinlich multifaktoriell bedingt und es kann über sie lediglich sehr vorsichtig spekuliert werden. Neben Unterschieden in den topographischen Gegebenheiten der beiden Untersuchungsgebiete können auch strukturell-betriebswirtschaftliche Unterschiede in der Tierhaltung eine Rolle spielen. So kann der allgemeine Gesundheitszustand der Rinder etwa durch regionenspezifische Besonderheiten in der baulichen Gestaltung der Ställe, saisonalen Weidehaltung oder Fütterung beeinflusst werden.

Die statistisch signifikante Häufung der Enzootischen Bronchopneumonie bei Föhnwetterlagen kann auf verschiedene Faktoren zurückgeführt werden.

Bei einem bereits geschwächten Organismus ein plötzlicher Temperaturanstieg, wie er im Rahmen von Föhnwetterlagen durch die charakteristischen warmen Fallwinde

zustande kommt, resistenzmindernd einwirken und den Ausbruch von Krankheiten begünstigen (BARTH, 1980). Im Falle der enzootischen Bronchopneumonie kann eine alleinige virale Infektion des Tieres oftmals klinisch inapparent verlaufen, so dass sich erst bei Einwirkung resistenzmindernder, nicht-infektiöser Faktoren schwerere Krankheitssymptome entwickeln.

Eine Vielzahl von landwirtschaftlichen Betrieben im Untersuchungsgebiet verfügt über manuell bedienbare Lüftungsvorrichtungen in den Stallungen, deren Regulierung nicht automatisiert mit der Außentemperatur koordiniert wird. In der kalten Jahreszeit werden diese Lüftungsvorrichtungen so eingestellt, dass eine möglichst gleich bleibende Stalltemperatur gewährleistet wird, ohne dass Zugluft entsteht. Die bei Föhn charakteristischerweise auftretenden trockenen, warmen Winde und der damit verbundene plötzliche Anstieg der Außentemperatur führen dann zu einem Anstieg der Stallinnentemperatur mit Anreicherung von warmfeuchter, stickiger Luft. Dies kann resistenzmindernd auf die Tiere wirken und einen Ausbruch der Enzootischen Bronchopneumonie begünstigen.

Die biotrope Wirkung des Föhns erscheint demnach geeignet, eine entsprechende Schwächung prädestinierter Tiere zu bedingen und kann dazu beitragen, die beobachteten Häufungsverteilungen zu erklären.

### 5.2.2 Akute Mastitis

Bei der Datenauswertung zur Akuten Mastitis ist keine statistisch signifikante Verteilung im Zusammenhang mit dem Auftreten von Föhn zu beobachten. Jedoch ist bei genauer Betrachtung der Daten ein deutlicher Trend für eine Häufung der beobachteten gegenüber der erwarteten Erkrankungsfälle bei Föhnwetter zu erkennen. Dies trifft sowohl für die eigentlichen Föhntage ( $X=0$ ), sowie auf die Tage davor ( $X-1$ ) und die Tage danach ( $X+1$ ) zu. Dieser Sachverhalt kann jedoch mittels des hier verwendeten Chi-Quadrat-Verfahrens nicht als hinreichend signifikant abgesichert werden.

Bereits in der Vergangenheit wurde eine überzufällige Häufung von Erkrankungsfällen der Akuten Mastitis in der Wetterphase 3<sub>F</sub>, also bei Föhnwetterlagen, in den Wintermonaten beschrieben (HROPOT, 1970). Zur Erklärung des gehäufteten Auftretens der Erkrankung wurden resistenzmindernde biotrope Faktoren genannt. Es kann somit für den Fall der Akuten Mastitis nicht



ausgeschlossen werden, dass die biotrope Wirkung des Föhns eine vorübergehende Schwächung des Immunsystems hervorrufen oder eine bestehende verstärken kann und somit verstärkend auf die Krankheitsentstehung wirkt.

### 5.2.3 Krankheiten, welche mit Festliegen einhergehen

Die in dieser Arbeit durchgeführten Datenauswertungen von Erkrankungen, welche mit Festliegen einhergehen, ergeben keine statistische Signifikanz für die Wirkung von Föhn auf die Verteilung der beobachteten gegenüber den erwarteten Häufigkeiten. Auch in der Literatur finden sich keine Angaben auf einen Zusammenhang zwischen Föhn und dem Auftreten des Symptoms Festliegen. Allerdings gibt es zahlreiche, teils recht widersprüchliche Berichte über Auswirkungen des Wetters auf die Häufigkeit von Fällen der Gebärpause, von Erkrankungen, welche mit Tetanie einhergehen (GOLDMANN, 1941; WIENDJECK, 1944; ALLCROFT, 1947; HEIDRICH, 1961; TABEL, 1963; RADICKE, 1966; EHGARTNER, 1966; TUNGER, 1966; SIMESEN, 1974; TROMP, 1976; SPECKER, 1978; HARRIS, 1981; STÖBER und SCHOLZ, 2002) und von paralytischer Myoglobinurie (KLEE, 1977).

### 5.2.4 Retentio secundinarum

Auch im Falle der hier vorgenommenen retrospektiven Analysen bezüglich der Retentio secundinarum ist keine statistische Signifikanz für das Wetterphänomen Föhn zu ermitteln. Jedoch gibt es in der Literatur vereinzelt Hinweise auf biotrope Wirkungen des Wetters im Fällen von Nachgeburtverhalten (TOTH, 1971; SPECKER, 1978) allerdings nicht im Zusammenhang mit dem Wetterphänomen Föhn.

### 5.2.5 Indigestion und Kolik

Für einen Zusammenhang zwischen dem Wetterphänomen Föhn und dem Auftreten von Indigestionen finden sich in der Literatur keine Hinweise. Im Rahmen dieser

Arbeit konnte ebenfalls kein statistisch relevanter Hinweis für eine solche Korrelation gefunden werden.

In einer Untersuchung über die Wetterabhängigkeit von Koliken bei Pferden konnte gezeigt werden, dass es bei Föhnwetterlagen (Wetterphase 3<sub>F</sub>) gehäuft zum Auftreten von Koliken kommt (BARTH, 1980). Die Ursache für die in diesem Falle besonders starke Biotropie des Föhns wird damit erklärt, dass die Tiere sich nicht an die durch die warmen Fallwinde plötzlich entstehenden Temperaturanstiege anpassen können. Eine Häufung von Kolikfällen bei Rindern bei dem Wetterereignis Föhn konnte im Rahmen der Untersuchungen in dieser Arbeit jedoch nicht bestätigt werden.

#### 5.2.6 Diarrhoe

Die Untersuchungen im Falle der Erkrankungsfälle von Diarrhoe ergeben ebenfalls keine statistisch signifikanten Werte, welche eine Wirkung von Föhn auf das Zustandekommen der Krankheit möglich erscheinen lassen. Auch in der Literatur sind keinerlei Hinweise auf entsprechende Zusammenhänge zu finden.

### 5.3 Abschließende Bemerkungen

Ein Vergleich der vorliegenden Untersuchungsergebnisse mit denen anderer Autoren hinsichtlich des Einflusses des Wetterphänomens Föhn auf das Auftreten von Erkrankungen des Rindes ist nur sehr begrenzt möglich, da bisher nur sehr wenige Untersuchungen diesbezüglich vorliegen. Das Wetterphänomen Föhn ist an bestimmte orographische Verhältnisse gebunden und ausschließlich im Voralpengebiet oder am Mittelgebirge zu finden, was eine regionale Begrenzung des Untersuchungsgebietes zur Folge hat.

Abschließend sollen einige Aspekte angesprochen werden, welche einen allgemeinen Einfluss auf die Untersuchungen in dieser Arbeit besitzen.

Für eine geeignete Einschätzung des Aussagegehaltes der hier erfassten Daten und für die allgemeine Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass bei Krankheitsentstehung das fein balancierte physiologische Gleichgewicht eines

Organismus gestört wird. Für die Erklärung einer derartigen Entwicklung muss das Zusammenspiel einer Vielzahl von Faktoren untersucht werden. Das bedeutet für die hier vorliegende Untersuchung, dass neben dem kurzfristig auf den Organismus einwirkenden Wetterphänomen Föhn, weitere biotrop wirkende, mittel- oder langfristige klimatische Faktoren eine Bedeutung für die Entstehung der jeweiligen Krankheiten haben können. Diese Tatsache kann dafür verantwortlich sein, dass bestimmte Föhn-spezifische Einflüsse durch interferierende klimatische Faktoren überlagert oder sogar neutralisiert werden können.

Diese Überlegungen schließen zudem wetterunabhängige variable Faktoren ein. Zu diesen können eine Vielzahl struktureller, geographischer, wirtschaftlicher oder iatrogener Faktoren gerechnet werden, welche die Interpretation der beobachteten Häufungen zusätzlich erschweren können.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden vergleichsweise strenge Kriterien für die Auswahl der teilnehmenden Tierarztpraxen angelegt. Die Auswertung der Daten erfolgte retrospektiv, so dass einige der oben genannten Aspekte im Rahmen der Datenaufnahme nicht vollständig erfasst werden konnten. Um den Einfluss derartiger, möglicherweise störend wirkender Faktoren zu minimieren, sind prospektive Untersuchungen unerlässlich.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Es war das Ziel dieser retrospektiven Studie, mögliche Zusammenhänge zwischen dem Auftreten verschiedener Erkrankungen des Rindes und der Wetterlage Föhn zu erfassen. Hierfür wurden Aufzeichnungen und meteorologische Daten der Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Voralpengebiet Hohenpeißenberg und Oberstdorf aus den Jahren 2001 und 2002 mit den Dokumentationen von Tierarztpraxen in einem für diese Daten repräsentativen Gebiet in Beziehung gesetzt.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden Erkrankungen, welche mit Festliegen einhergehen, Retentio secundinarum, Enzootische Bronchopneumonie, Akute Mastitis, Indigestion und Kolik sowie Erkrankungen, die mit Diarrhoe einhergehen, berücksichtigt.

Um die möglichen Auswirkungen des Föhns auf diese Erkrankungen zu erfassen, wurden neben den Daten am Föhntag selbst ( $X=0$ ), auch jene der Tage davor ( $X-1$ ) und danach ( $X+1$ ) berücksichtigt. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels des Chi-Quadrat-Verfahrens. Als Referenz dienten per automatisierten Zufallsgenerator ermittelte Kontrolltage, mit einem zeitlichen Mindestabstand zum Föhntag ( $X=0$ ) von fünf Tagen.

Die Auswertung ergab an Tagen mit dokumentiertem Föhn in der Region Oberstdorf ein signifikant gehäuftes Auftreten der Enzootischen Bronchopneumonie. In der Region Hohenpeißenberg konnte im betrachteten Zeitraum dagegen keine signifikante Häufung für diese Erkrankung beobachtet werden. Die Akkumulierung der Daten aus beiden Gebieten ergab jedoch ebenfalls eine statistisch signifikante Häufung der Enzootischen Bronchopneumonie bei Föhn. Durch entsprechende Korrekturen in der statistischen Datenprozessierung konnte ein jahreszeitlich bedingter Effekt ausgeschlossen werden.

Die Analyse der Daten für die anderen Erkrankungen mittels des Chi-Quadrat-Verfahrens ergab keine statistische Signifikanz für die entsprechenden Häufigkeitsverteilungen.

**Retrospective study of the prevalence of bovine disease under the influence of the Foehn weather phenomenon**

Dorothea Paula Dick

It was the aim of this retrospective study to describe possible correlations between the prevalence of different bovine diseases and weather condition Foehn, characteristic for the alpine upland area. For this purpose meteorological records and data from two stations of the German Weather Service in the alpine upland area in Hohenpeißenberg and Oberstdorf from the years 2001 and 2002 were evaluated and put into correlation with documentations from veterinarians in the respective areas.

The diseases or signs included in this study were recumbency, retained placenta, enzootic bronchopneumonia, acute mastitis, indigestion, colic and diarrhoea.

In order to include all possible influence that Foehn might have on the incidence of the diseases studied not only the day of Foehn, but also the days before (x-1) and after (x+1) Foehn weather conditions were evaluated in this work, using Chi-Square-test. Randomly distributed control days that were at least five days apart from days with Foehn weather conditions ( $X=0$ ) were used as a reference.

The examination showed a significantly increased incidence of the documented cases of enzootic bronchopneumonia in the region representative for the DWD weather station in Oberstdorf, whereas no such significant increase of these diseases was observed in the region representative for the measurements of the DWD weather station in Hohenpeißenberg. However, accumulation of the data from these to regions also shows a significant increase of enzootic bronchopneumonia during periods of Foehn. A bias of the data, potentially caused by seasonal effects, could be excluded due to appropriate statistical adjustments performed for the reference days. The examinations performed for the other diseases included in this work showed no statistical significance for their prevalence in correlation with Foehn periods.

## 8 LITERATURVERZEICHNIS

EL AMROUSI, S., HOFMANN, W. (1970)

Untersuchungen über das Festliegen der Rinder

1. Mitteilung: Bestimmung des Natriums, Kaliums, Kalziums und Magnesiums sowie des anorganischen Phosphors im Blutserum gesunder Rinder

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 77, 1 – 24

ANDRESEN, U., HORSTEN v., D., WIECHA, B. (1981)

Der Einfluss der Großwetterlage auf das Entstehen der „crowding disease“ und

enzootischen Bronchopneumonie der Kälber sowie ihre Bekämpfung mit Imuresp-p®

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 88, 85 - 124

BARTH, R. (1980)

Statistische Erhebungen über die Kolik des Pferdes unter besonderer

Berücksichtigung ihrer biometeorologischen Beeinflussung dargestellt an Patienten einer Münchner Pferdepraxis

Vet. Med. Diss., München

BECKER, F. (1949)

Experimentelle Beiträge über die Beziehungen neuzeitlicher Bioklimatik und Medizin

Ärztl. Forsch. 4, 436 – 448

BECKER, F. (1949)

Wettervorgänge und ihr Einfluss auf das vegetative Nervensystem

Ber. physik. – med. Gesellschaft

N. F. Würzburg 66, 13 -27

BECKER, F., BOCK, P. (1965)

Bioklimatische Einflüsse und ihre medizinische Bedeutung

Z. Ärztl. Fortbild. 54 (3), 223 – 243

BERGMANN, A. (1994)

Erkrankungen der Milchdrüse des Rindes – Escherichia coli-, Klebsiella-,  
Enterobacter-Mastitiden

In: WENDT, K., BOSTEDT, H., MIELKE, H. und FUCHS, H.-W. (Hrsg.)

Euter- und Gesäugekrankheiten

Gustav Fischer Verlag Jena

S. 359 – 371

BIANCA, W. (1964)

Haustier und Klima

Schw. Arch. Tierheilk. 106, 535 – 557

BIANCA, W. (1968)

Neuzeitliche Erkenntnisse und Aufgaben der Bioklimatologie bei Haustieren

Der Tierzüchter 12, 438 – 442

BIANCA, W. (1971)

Die Akklimatisation von Haustieren

Der Tierzüchter 7, 187 – 189

BIANCA, W. (1976)

The significance of meteorology in animal production

Int. J. Biometeor. 20 (2), 139 - 156

BIANCA, W. (1979)

Nutztier und Klima

Der Tierzüchter 5, 188 - 192

BOGAN, H. (1970)

Biometeorologische Einflüsse bei der Kolik des Pferdes

Vet. Med. Diss., Berlin

BOSTEDT, H. (1973)

Blutserumuntersuchungen bei festliegenden Rindern in der frühpuerperalen Periode

1. Mitteilung: Untersuchungen über den Gehalt an Calcium, anorganischem

Phosphor und Magnesium im Blutserum festliegender Rinder

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 86, 344- 349

BOSTEDT, H., WENDT, V., PRINZEN, R. (1979)

Zum Festliegen des Milchrindes im peripartalen Zeitraum – klinische und

biochemische Aspekte

Der prakt. Tierarzt 1, 19 – 33

BRAUN, U., HAUSMANN, U. K., OERTLE, C. (1990)

Hoflund-Syndrom infolge vorderer funktioneller Stenose.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 103, 192 - 197

BREZOWSKY, H. (1960a)

Über die pathogene Belastung durch Wettervorgänge

Med. Klin. 50, 2235 – 2240

BREZOWSKY, H. (1960b)

Physiologische und pathophysiologische Abläufe beim Menschen in verschiedenen

Klimagebieten Bayerns

Münchn. Med. Wschr. 102 (51), 2533 – 2596

BREZOWSKY, H. (1962)

Die Wirkungen des Wetters auf den menschlichen Organismus

Bayer. Ärzteblatt 12, 748 – 753

BREZOWSKY, H. (1963)

Der Einfluss des Wetters auf den Organismus

Elektromedizin 8, 99



BREZOWSKY, H. (1965a)

Meteorologische und biologische Analysen nach der Tölzer Arbeitsmethode

Meteorol. Rundsch. 18 (5), 128 – 143

BREZOWSKY, H. (1965b)

Das Wetter als biotroper Reiz

Therapie der Gegenwart 4, 480 - 494

BREZOWSKY, H., HAEGER, O. (1958)

Der Einfluss des Wetters auf den Brunstbeginn des Rindes

Zuchthygiene 3, 272

BREZOWSKY, H., MÜLLER, G. (1960)

Über die Beeinflussung der Agalaktie der Schweine

Vet. med. Nachr. 3, 167 – 174

CANNAS da SILVA, J., SCHAUBERGER, G., ROSARIO OLIVEIRA, M., SEGAO, S.,  
KÜMPER, H., BAUMGARTNER, W. (2004)

Does the weather influence the occurrence of abomasal displacement in dairy cows?

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 111, 51 – 57

CURRY, M. (1946)

Was ist Föhn bioklimatisch und meteorologisch?

Bioklimatik Band I: Die Steuerung des gesunden und kranken Organismus durch die  
Atmosphäre.

American Bioclimatic Research Institute Riederau / Ammersee

Verlag Oldenbourg, München

DANNERBECK, G. (1970)

Erhebungen über die akute Mastitis des Rindes in einem oberpfälzischen

Praxisgebiet

Vet. Med. Diss., München

DIRKSEN, G. (1981)

Indigestionen beim Rind

Schnetztor-Verlag GmbH Konstanz

DIRKSEN, G. (1984)

Metabolische Alkalose und abomasoruminaler Reflux infolge Passagebehinderungen im Labmagen-Darmbereich beim Rind.

Prakt. Tierarzt 66, Coll. Vet. 15, 65 – 68

DIRKSEN, G. (2002)

Krankheiten von Haube und Pansen beim ruminanten Rind

In: DIRKSEN, G., GRÜNDER H. - D., STÖBER M. (Hrsg.)

Innere Medizin und Chirurgie des Rindes, 4. Aufl.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

S. 396- 454

DIRKSEN, G. (2002)

Festliegen

In: DIRKSEN, G., GRÜNDER H. - D., STÖBER M. (Hrsg.)

Innere Medizin und Chirurgie des Rindes, 4. Aufl.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

S. 863 - 871

EDZARDS, H. (1980)

Untersuchungen über den Jahresgang und die biometeorologische Beeinflussung der Erkrankungen der Atemwege und des Verdauungsapparates von Kälbern.

Vet. Med. Diss., Berlin

EFFENBERGER, E. (1950)

Einfluss des Wettergeschehens auf die Tonuslage des vegetativen Nervensystems

Med. Met. Hefte 3, 10 - 20

Selbstverlag des Meteorologischen Amtes Hamburg

EHGARTNER, J. (1966)

Der Einfluss des Wetters auf das Auftreten der Gebärfähigkeit beim Rind

Vet. Med. Diss., Berlin

FAUST, V. (1978)

Biometeorologie – Der Einfluss von Wetter und Klima auf Gesunde und Kranke

Hippokrates- Verlag

FICKER, H. v. (1910)

Über die Entstehung der Föhnwinde auf der Nordseite der Alpen

Meteorolog. Zeitschrift 27, 439 - 451

GOFF, J. P., HORST, R. L., REINHARDT, T. A. (1987)

The pathophysiology and prevention of milk fever

Veterinary medicine 9, 943- 952

GOLDMANN, H. (1941)

Beiträge zur Kenntnis der Bedeutung der meteorologischen Faktoren für

Krankheitsbereitschaft, Krankheitsausbruch und Schwere der Erkrankung unserer

Haustiere

Vet. Med. Diss., Bern

GROPPER, M. (1970)

Erhebungen über die akute Mastitis des Rindes in einem mittelschwäbischen

Praxisbereich

Vet. Med. Diss., München

GRUNERT, E. (1993)

Retentio secundinarum

In: GRUNERT, E., ARBEITER, K. (Hrsg.)

Tiergeburtshilfe, 4. Aufl.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

S. 390 – 401

HARRIS, D. J. (1981)

Factors predisposing to parturient paresis

Austr. Vet. J. 57, 357 - 361

HEIDRICH, H. J. (1961a)

Die Reisetetanie des Rindes in meteorobiologischer Sicht

Berl. u. Münchn. Tierärztl. Wschr. 14, 274 - 276

HEIDRICH, H. J. (1961b)

Arbeitstagung über Rinderkrankheiten in Hannover 6. – 8. Oktober 1960

Wien. Tierärztl. Mschr. 48, 956

HEIM, F. (1948)

Die Bedeutung der Reaktionslage des vegetativen Nervensystems für  
Arzneimittelwirkungen

Ärztl. Wschr. 3, 326 – 332

HÖPPE, P. (2004)

Macht uns das Wetter krank?

Hauptreferat an der 5. Fortbildungstagung des KHM

30.- 31. Oktober 2003, Luzern

Primary Care 4 (15–16), 312 – 313

HOFER, F. (1948)

Unterliegen die Tiere Wettereinflüssen?

Wien. Tierärztl. Mschr. 35, 552 – 555

HOFMANN, W., EL AMROUSI, S. (1970)

Untersuchungen über das Festliegen der Rinder

2. Mitteilung: Klinische und blutchemische Befunde

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 77, 73 - 96

HOFMANN, W., EL AMROUSI, S. (1971)

Untersuchungen über das Festliegen der Rinder

5. Mitteilung (Schluß): Versuche einer medikamentösen Beeinflussung der  
Hypophosphorämie und des Festliegens bei atypischer Gebärpause

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 78, 149 - 172

HOLLING, W. (1964)

Meteorotrope Krankheiten bei Haustieren

Vet. Med. Diss., Giessen

HROPOT, M. (1970)

Untersuchungen über den Einfluss des Wetters auf die Entstehung der akuten  
Mastitis des Rindes

Vet. Med. Diss., München

HUSKAMP, B. (1999)

Magen- und Darmkoliken

In: DIETZ, O., HUSKAMP, B. (Hrsg.)

Handbuch Pferdepraxis, 2. Aufl.

Enke-Verlag, Stuttgart

S. 423

JÖCHLE, W. (1958)

Witterungseinflüsse auf Tiere

Züchtungskunde 30, 214

KELLER, J. (1969)

Der Einfluss des Wetters auf die Ödemkrankheit

Vet. Med. Diss., Berlin

KLARER, W. (1992)

Wertungen des Schrifttums über die Veranlagung des Rindes zu Atemwegserkrankungen sowie über die für das Zustandekommen der Enzootischen Bronchopneumonie des Rindes verantwortlichen nicht-mikrobiellen respiratorischen Faktoren.

Vet. Med. Diss., Hannover

KLEE, W. (1977)

Erhebungen über Vorkommen und Begleitumstände der paralytischen Myoglobinurie bei Jungrindern

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 84, 413 – 452

KÖHLER, U. (1964)

Wetterfähigkeit und -vorführigkeit

Ther. d. Gegenwart; 103, 7 – 20

KRAFT, W., FÜRLL, M., BOSTEDT, H., HEINRITZI, K. (1999)

Skelettmuskulatur, Knochen, Kalzium-, Phosphor-, Magnesiumstoffwechsel

In: KRAFT, W., DÜRR, U.M. (Hrsg.)

Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, 5. Aufl.

Schattauer-Verlag, Stuttgart

S. 251- 257

KÜGLER, H. (1972)

Medizin – Meteorologie nach Wetterphasen – Eine ärztliche Wetterkunde

J. F. Lehmanns-Verlag, München

KUNZ, P. L., MONTANDON, G. (1988)

Comparative investigations to the rearing of calves in warm and cold houses during the first 100 days of life

Proc. 6<sup>th</sup> Int. Congr. Envir. Anim. Health, Skara, Sweden

S. 292 – 297

KURTZE, H. (1958)

Beobachtungen über Einflüsse des Wetters auf Krankheiten

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 65 (7), 188 – 189

LACHMANN, G. (1980)

Zur Klinik des hypophosphatämischen Festliegens der Milchkuh und der Therapie mit dem neuen Phosphorpräparat Ursolyt P®

Mh. Vet.-Med. 35, 59 - 63

LEIDL, W. (1958)

Klima und Sexualfunktion männlicher Haustiere

Verlag M. und H. Schaper, Hannover

MALBERG, H. (2002)

Meteorologie und Klimatologie

Springer-Verlag, Berlin

MALZ, C., MEYER, C. (1992)

Neue Aspekte zur Pathogenese und Therapie der hypocalcämischen Gebärparese

Der prakt. Tierarzt 6, 507 - 515

MARTIG, J. (2002)

Hypokalzämische Gebärlähmung

In: DIRKSEN, G., GRÜNDER, H.– D., STÖBER, M. (Hrsg.)

Innere Medizin und Chirurgie des Rindes, 4. Aufl.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

S. 1245 – 1254

MOSANDL, L. (1966)

Der Einfluss des Wetters auf das Auftreten der akuten Mastitis beim Rind

Vet. Med. Diss., Berlin

PAPE, W. (1981)

Untersuchungen über späteren Verbleib und Milchleistung von Rindern mit rezidivierender Tympanie nach Anlegen einer temporären Pansenfistel.

Vet. Med. Diss., Hannover

PSCHYREMBEL, W. (1994)

Klinisches Wörterbuch, 257. Aufl.

de Gruyter-Verlag, Berlin

RADICKE, H. (1966)

Untersuchungen über biometeorologische Einflüsse auf Geburtszeitpunkt und Milchfieber

Tierärztl. Umschau 21, 235 – 239

RAPP, J. (1968)

Zum Einfluss des Wettergeschehens auf plötzliche Todesfälle beim Schwein

Vet. Med. Diss., Giessen

REITER, R. (1960)

Meteorobiologie und Elektrizität der Atmosphäre

Akadem. Verl.-Ges. Geest & Portig, Leipzig

ROTH, R. (1999)

Wetterkunde für alle

BLV – Verlag, München

ROSENBERGER, G. (1970)

Hypokalzämische Gebärlähmung

In: Krankheiten des Rindes

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

S. 1009- 1021



DE RUDDER, B. (1952)

Grundriss einer Meteorobiologie des Menschen

Springer- Verlag, Berlin

SCHEEL, A. (1968)

Beitrag zur Ätiologie, Diagnostik und Therapie akuter Mastitiden bei Rindern

Wien. Tierärztl. Mschr. 55, 94 – 100

SCHILDBACH, R. (1960)

Ein Beitrag zur Pathogenese der Colimastitis unter besonderer Berücksichtigung des Makro- und Mikroklimas

Vet. Med. Diss., München

SCHWEGELBAUER, M. (1957)

Über den Einfluss von Stallklima und Wetter auf die Schweinemast

Vet. Med. Diss., Berlin

SIMESSEN, E. (1974)

The relationship between weather and incidence of parturient paresis and mastitis in dairy cows

Nord. Vet. Med.; 26: 382 – 386

SÖNNING, W. (1981)

Wirkungsakkord Biotropie

Wetter-Boden-Mensch; 9: 603-607

SOMMER, H. (1962)

Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Wetter und Milchleistung des Rindes

Vet. Med. Diss., München

SPECKER, R. (1978)

Untersuchungen über die Pathogenese einiger umweltbedingter Erkrankungen beim Rind unter Berücksichtigung der Biometeorologie  
Vet. Med. Diss., München

STÖBER, M. (1980)

Das „Festliegen“ des Rindes: Ursachen, behandlungsbegleitende und vorbeugende Maßnahmen  
Der Tierzüchter 3, 99 – 101

STÖBER, M. (2002)

Entzündliche Erkrankungen von Bronchien und Lunge  
In: DIRKSEN, G., GRÜNDER, H.-D., STÖBER, M. (Hrsg.)  
Innere Medizin und Chirurgie des Rindes, 4. Aufl.  
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg  
S. 303 – 345

STÖBER, M., SCHOLZ, H. (2002)

Weidetetanie  
In: DIRKSEN, G., GRÜNDER, H.-D., STÖBER, M. (Hrsg.)  
Innere Medizin und Chirurgie des Rindes, 4. Aufl.  
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg  
S. 1091 – 1101

STOLLA, R., SCHULZ, H., MARTIN, R. (2000)

Veränderungen im Krankheitsbild des peripartalen Festliegens beim Rind  
Tierärztl. Umschau 55, 295 – 299

STRAUBE, G., SCHOLZ, K. H. (1951)

Über die Einwirkung komplexer Wettervorgänge auf das vegetative Nervensystem  
Dtsch. Med. Wschr. 34, 634 – 637

TABEL, H. (1963)

Über den Einfluss des Wetters auf das Auftreten der Weidetetanie bei Rindern

Vet. Med. Diss., Berlin

TOTH, J. (1971)

Der Einfluss des Wetters auf das Auftreten der Nachgeburtsverhaltung beim Rind

Vet. Med. Diss., Berlin

TRENKLE, H. (1989)

Besondere Wetterlagen – Der Föhn

In: Klima und Krankheit

Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

S. 61 – 64

TROMP, S. W. (1963)

Medical biometeorology

New York, Elsevier

S. 351 – 369

TROMP, S. W. (1976)

Progress in Biometeorology.

Division B. Progress in Animal Biometeorology.

The Effect of Weather and Climate on Animals.

Swets u. Zeitlinger B. M., Amsterdam

TUNGER, G. (1966)

Untersuchungen über den Calcium-, Magnesium- und Phosphorgehalt im Blutserum

bei Rindern mit Reisetetanie und über die Beziehung zwischen Reisetetanie und

Wetter

Vet. Med. Diss., Berlin

VOLLMAR, H. (1981)

Der Einfluss des Wetters auf die Milchleistung des Rindes, dargestellt am Hamburger biometeorologischen System

Vet. Med. Diss., Hannover

WALSER, K., BIEBER, E., DANNERBECK, G., GROPPER, M., HROPOT, M.,  
LANKENFELD, H., MAYER, J., VERGHO, H., VIKTOR, M. (1972)

Klinische Beiträge zur Kenntnis der akuten Mastitis (Mastitis acuta gravis) des Rindes

3. Mitteilung: Der Einfluss des Wetters

Berl. u. Mchn. Tierärztl. Wschr. 17, 330 – 333

WATHES, C. M. (1988)

Survival of *P. haemolytica* and *S. typhimurium* in air

Proc. 6<sup>th</sup> Int. Congr. Anim. Health, Skara, Schweden

S. 428 – 431

WEBSTER, A. J. F. (1984)

Calf husbandry, health and welfare

Granada, London

S. 71 – 96

WEISS, C. (2002)

Basiswissen medizinische Statistik

2. überarb. und erw. Aufl.

Springer-Verlag Berlin, Heidelberg

WEISS, E., POSPISCHIL, A. (1999)

Katarrhalische Darmentzündungen

In: DAHME, E., WEISS, E. (Hrsg.)

Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere, 5. Aufl.

Enke-Verlag, Stuttgart

S.176 - 182

WEISS, E., RUDOLPH, R. (1999)

Entzündungen der Atmungsorgane

In: DAHME, E., WEISS, E. (Hrsg.)

Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere, 5. Aufl.

Enke-Verlag Stuttgart

S. 90 – 113

WIEDERSICH, B. (1996)

Das Wetter

Enke-Verlag, Stuttgart

WIENDJECK, F. W. (1944)

Der Einfluss des Wetters auf das Auftreten der Gebärpause des Rindes

Vet. Med. Diss., Hannover

WIRTH, D. (1956)

Über die Grundlagen der heutigen Diagnose und Therapie der Kolikerkrankungen  
des Pferdes

Schweiz. Arch. Tierheilk. 98, 267 – 287

WOLFERS – WÖHLECKE, P. (1988)

Einfluss von Wetter, Witterung und Klima auf Krankheiten bei Mensch und Tier –

Literaturstudie

Vet. Med. Diss., Hannover

## 9 LEBENS LAUF

---

Name:	Dorothea Paula Dick
Adresse:	Biebricher Allee 102 65 187 Wiesbaden
Nationalität:	deutsch
Geburtsdatum :	29.10.1974
Geburtsort:	Mutlangen
Eltern:	Gabriele Dick-Apeldorn Dipl.-Phys. Dr.-Ing. Egon Dick
Familienstand:	ledig

---

Ausbildung:	
1980 - 1984	Grund- und Hauptschule Böbingen a. d. Rems
1984 - 1988	Rosenstein-Gymnasium Heubach
1988 - 1993	Staatliches Aufbaugymnasium Schwäbisch Gmünd
1993 - 1996	Gewerbliche und Kaufmännische Schule, Ellwangen Abschluss als staatlich geprüfte Pharmazeutisch- technische Assistentin
1996 - 2002	Ludwig-Maximilians-Universität, München Studium der Veterinärmedizin
September 2002	Approbation
2003 - 2004	Assistentztierärztin in der Großtierpraxis Dr. Mair, Seeg, mit Schwerpunkt in der Rindermedizin
Seit 2005	Assistentztierärztin in der Tierklinik Bingerwald, Waldalgesheim, mit Schwerpunkt in der Pferdemedizin

---

Promotion:	Seit September 2002 Doktorandin der Medizinischen Tierklinik der Tiermedizinischen Fakultät, Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer Ludwig-Maximilians-Universität, München
------------	--

---

## 10 DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt Herrn. Prof. Klee für die Überlassung des interessanten Dissertationsthemas und die stets hilfsbereite und freundliche Unterstützung bei der Durchführung der vorliegenden Untersuchung.

Weiterhin danke ich besonders den geduldigen und hilfsbereiten Tierärzten, deren Ehepartnern und deren Personal, ohne deren Kooperationsbereitschaft und die Bereitstellung der Praxisdaten die Durchführung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Zudem möchte ich mich beim Deutschen Wetterdienst, München für die Bereitstellung der archivierten Beobachtungstageblätter der Wetterstationen Oberstdorf und Hohenpeißenberg bedanken und für die persönliche Beratung durch Diplom-Meteorologin Frau Uta Frisch.

Für die stets freundschaftliche Unterstützung und die kompetente Beratung in statistischen Fragen danke ich ganz herzlich Frau Dr. Carola Sauter-Louis.

## 11 ANHANG

### Erklärung meteorologischer Fachbegriffe (nach Faust, 1976)

- Abgleiten: Rückgang der Bewölkung bei stärkerem Höhenwind
- Absinken: Wolkenauflösung bei schwachem Wind
- Adiabatisch: Temperaturveränderungen von Luftmassen, die durch die senkrechte Verlagerung ohne Ab- oder Zufuhr von Wärme hervorgerufen werden. So erwärmt sich trockene Luft beim Absinken von 100 Metern um 1°C, beim Aufsteigen kühlt sie entsprechend ab (trockenadiabatisch). Bei aufsteigender feuchter Luft liegt der Wert unter 1°C, weil beim Übergang des Wassers vom gasförmigen in den flüssigen Zustand Kondensationswärme freigesetzt wird. Dies verhält sich genauso beim Absteigen feuchter Luft.
- Advektion: Horizontale Verlagerung von Luftmassen
- Antizyklone: Barometrisches Maximum, auch Hochdruckgebiet genannt. Die Luftströmungen sind innerhalb dieses Gebietes nach unten gerichtet, divergieren in den unteren Schichten nach außen, wodurch eine Wolkenauflösung vorherrscht. Diese Absinkbewegungen setzen sich häufig nicht bis zum Boden durch, wo sich im Winter oft Inversionen\* ausbilden
- Aufgleiten: allmählich zunehmende Wolkenbildung
- Dynamik: Darstellung der Strömungsverhältnisse der höheren Atmosphäre hinsichtlich Geschwindigkeit und horizontaler Temperaturverteilung
- Front: Schnittlinie der Trennungsflächen verschieden temperierter Luftmassen\*
- Hochdruckgebiet: s. Antizyklone\*
- Inversion: Nahezu waagerechte Grenzschicht zweier unterschiedlich temperierter Luftkörper, wobei die kältere Luft am Boden aufliegt. Die äußerst stabile Schichtung verhindert einen Austausch zwischen Boden und Höhe. Dadurch kommt es zu einer Anreicherung von Schadstoffen.



Kaltfront: Grenzlinie zwischen warmen und kalten Luftmassen\*, an der die kalte Luft am Vordringen ist. Charakteristisch sind dafür labile Vorgänge\* und rascher Temperaturrückgang

Kondensation: Übergang des Wassers von seinem gasförmigen Zustand (Wasserdampf) in den flüssigen (Wasser); bei dieser Zustandsänderung wird Kondensationswärme frei. Kondensation tritt dann ein, wenn die Luft sich unter den Taupunkt abkühlt. Hierbei dienen die in der Luft vorhandenen Schmutzpartikel, Salzkristalle und Ionen als Kondensationskerne, um die sich die Wassertröpfchen anlagern.

Labile Vorgänge: Turbulenz. Bildung hoch aufgetürmter Wolken. Starker vertikaler Austausch

Luftkörper/ Luftmassen: Früher eher abgegrenzte Begriffe, heute nicht selten synonym verwendet. Im Gegensatz zur Luftmasse, bei der die Eigenschaften der nicht bodennahen Schichten betrachtet werden, geht der Luftkörper auf die Eigenschaften der bodennahen Schicht ein, wird dadurch modifiziert und gewinnt dadurch besondere Bedeutung für die bioklimatische Betrachtung.

Tiefdruckgebiet: s. Zyklone\*

Warmfront: Aufgleitfläche, an der sich warme Luft über kalte schiebt

Wetterlage: Bestimmter Zustand der Atmosphäre über einem größeren Raum

Wettervorgang: Bewegungen in den verschiedenen atmosphärischen Schichten (Aufgleiten\*, Abgleiten\* usw.)

Zyklone: Tiefdruckgebiet: Eine Region mit niedrigerem Luftdruck als ihre Umgebung. Die Luftströmung ist nach oben gerichtet, Luft fließt konvergierend in das Tiefdruckgebiet ein, es kommt zur Wolkenbildung und Ausbildung von häufig trüben Wetters und Niederschlägen

## 12 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Synoptisch- klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg 2001. Absolute und relative Zahlen.....(S.43)
Tabelle 2:	Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Synoptisch- klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg 2002. Absolute und relative Zahlen.....(S.44)
Tabelle 3:	Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Klimastation Oberstdorf 2001. Absolute und relative Zahlen.....(S.44)
Tabelle 4:	Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Klimastation Oberstdorf 2002. Absolute und relative Zahlen.....(S.45)
Tabelle 5:	Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Synoptisch- klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg 2001. Relative Zahlen, bezogen auf Einzeltage.....(S.46)
Tabelle 6:	Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Synoptisch- klimatischen Meldestelle Hohenpeißenberg 2002. Relative Zahlen, bezogen auf Einzeltage.....(S.46)
Tabelle 7:	Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Klimastation Oberstdorf 2001. Relative Zahlen, bezogen auf Einzeltage.....(S.47)
Tabelle 8:	Erkrankungshäufigkeiten im Gebiet der Klimastation Oberstdorf 2002. Relative Zahlen, bezogen auf Einzeltage.....(S.47)
Tabelle 9:	Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Festliegen in den Jahren 2001 und 2002....(S.50)
Tabelle 10:	Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Retentio secundinarum in den Jahren 2001 und 2002.....(S.51)
Tabelle 11:	Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Enzootischer Bronchopneumonie in den Jahren 2001 und 2002.....(S.52)
Tabelle 12:	Tabellarische Darstellung der <u>korrigierten</u> statistischen Auswertung des Auftretens von Enzootischer Bronchopneumonie in den Jahren 2001 und 2002.....(S.54)
Tabelle 13:	Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Akuter Mastitis in den Jahren 2001 und 2002.....(S.55)
Tabelle 14:	Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Indigestion und Kolik in den Jahren 2001 und 2002.....(S.56)
Tabelle 15:	Tabellarische Darstellung der statistischen Auswertung des Auftretens von Diarrhoe in den Jahren 2001 und 2002.....(S.57)

## 13      **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1:	Entstehung des Föhns.....(S.11)
Abbildung 2:	Schematische Darstellung des Wetterphasenschemas (nach BREZOWSKY, 1965 b).....(S.16)
Abbildung 3:	Schematische Darstellung von Erkrankungen, welche mit Diarrhoe einhergehen; gegliedert nach ätiologischen Gesichtspunkten (nach DIRKSEN, 2002).....(S.34)
Abbildung 4:	Graphische Darstellung der Verteilung der ausgewählten Tierarztpraxen und der Wetterstationen im Untersuchungsgebiet.....(S.37)
Abbildung 5:	Graphische Darstellung der Verteilung des Auftretens der Gesamtzahl der Erkrankungsfälle.....(S.48)
Abbildung 6:	Graphische Darstellung der pro Tag anENZootischen Bronchopneumonie erkrankten Tiere in Hohenpeißenberg und Oberstdorf 2001 und 2002.....(S.49)
Abbildung 7:	Verteilung der Föhntage und Kontrolltage in der Region Oberstdorf für das Jahr 2002.....(S.53)